

Esa Sipilä, Heidi Kiuru, Jaakko Jokinen, Jaakko Saarela, Saara Tamminen, Marita Laukkanen, Petteri Palonen, Nils-Olof Nylund ja Kai Sipilä

Biopolttoaineiden kustannustehokkaat toteutuspolut vuoteen 2030

Lokakuu 2018

Valtioneuvoston selvitys-
ja tutkimustoiminnan
julkaisusarja 63/2018

KUVAILULEHTI

Julkaisija ja julkaisuaika	Valtioneuvoston kanslia, 04.10.2018		
Tekijät	Esa Sipilä ¹ , Heidi Kiuru ¹ , Jaakko Jokinen ¹ , Jaakko Saarela ¹ , Saara Tamminen ² , Marita Laukkanen ² , Petteri Palonen ² , Nils-Olof Nyland ³ ja Kai Sipilä ³ ¹ Pöyry Management Consulting Oy, ² Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (VATT), ³ TEC TransEnergy Consulting Oy		
Julkaisun nimi	Biopolttoaineiden kustannustehokkaat toteutuspolut vuoteen 2030		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 63/2018		
Asiasanat	Biopolttoaine, uusiutuva energia, ilmasto, liikenne, valtiontalous		
Julkaisuaika	Lokakuu, 2018	Sivuja 115	Kieli Suomi

Tiivistelmä

Tämä työ esittää vaikutusarvion liikenteen biopolttoaineiden osuuden nostamisesta 30 %:iin Suomessa vuoteen 2030 mennessä. Tulokset osoittavat, että Suomessa saavutettaisiin liikenteessä 50 %:n päästövähennemä vuonna 2030, jos liikenteeseen saadaan samanaikaisesti kestäviä biopolttoaineita 30 % liikenteen energiakäytöstä (n. 800 ktoe), 250 000 sähköautoa, 50 000 kaasuautoa ja energiatehokkuus paranee energia- ja ilmastostrategian suunnitelmien mukaisesti. Nykyinen ja suunnitteilla oleva kotimainen biopolttoaineiden tuotantokapasiteetti riittäisi 30 %:n jakeluelvoitteen täyttämiseen, mutta tuotanto pohjautuisi pääosin tuontiraaka-aineisiin. Suomessa biopolttoaineiden lisäämisen pääohjauskeino tulee olemaan jakeluelvoite, joka huomioi RED II –direktiivin asettamat biopolttoainekohtaiset rajoitteet.

30 %:n biopolttoaineiden jakeluelvoitteen suorissa kustannusvaikutuksissa on huomattavaa vaihtelua riippuen siitä, miten erilaisia polttoaineita sekoitettaisiin kokonaisuuteen, miten maailmanmarkkinahinnat kehittyvät ja miten paljon sähköautoja saadaan käyttöön. Jakeluelvoitteen suora vaikutus polttoaineiden hintaan on keskiarvoisesti 5 % vuonna 2030 (vaihteluväli -3 ja +14 %:n välillä), mikäli sähköautoja saadaan 250 000 ja energiatehokkuus paranee. Mikäli sähköautojen määrä jää pienemmäksi, jakeluelvoitteen suorat kustannukset nousevat. Suurimmat kustannusvaikutukset kokonaisuudessaan kohdistuisivat maaliikennesektorille, jonka kustannukset muuttuisivat reaalisesti -0,6 ja +2,5 %:n välillä tavoitepolulla vuonna 2030 (keskiarvon ollessa alle 1 %). Muiden sektorien kustannusnousu jäisi keskimäärin 0-0,5 %:iin ja kuluttajien noin 0,1-0,3 %:iin vuonna 2030. Jakeluelvoitteen noston valtiontaloudelliset vaikutukset jäisivät myös alle 0,3 %:iin verokertymästä, koska valmisteverokertymien laskiessa arvonlisäkertymät polttoaineista nousisivat keskiarvoisesti yhtäaikaisesti.

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2018 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (tietokayttoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare & utgivningsdatum	Statsrådets kansli, 04.10.2018		
Författare	Esa Sipilä ¹ , Heidi Kiuru ¹ , Jaakko Jokinen ¹ , Jaakko Saarela ¹ , Saara Tamminen ² , Marita Laukkanen ² , Petteri Palonen ² , Nils-Olof Nylund ³ och Kai Sipilä ³ ¹ Pöyry Management Consulting Oy, ² Statens ekonomiska forskningscentral (VATT), ³ TEC TransEnergy Consulting Oy		
Publikationens namn	Kostnadseffektivt genomförande av biobränslen fram till 2030		
Publikationsseriens namn och nummer	Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 63/2018		
Nyckelord	Biobränsle, förnybar energi, klimat, trafik, statsekonomi		
Utgivningsdatum	Oktober, 2018	Sidantal 115	Språk Finska

Sammandrag

Syftet med detta arbete var att utföra en konsekvensanalys av att höja andelen biobränslen i trafiken till 30% i Finland, innan år 2030. På basen av resultatet kan Finland nå en utsläppsminskning i trafiken på 50% år 2030, om 30% av trafikens energibehov skulle komma från hållbara biobränslen (ca 800 ktoe), 250 000 elbilar och 50 000 gasdrivna bilar skulle tas i bruk och energianvändningen skulle effektivieras enligt energi- och klimatstrategiplanerna. Den nuvarande och planerade inhemska biobränsleproduktionskapaciteten skulle räcka för att täcka en distributionsplikt på 30 %. Denna produktion skulle dock huvudsakligen basera sig på importerade råmaterial. I Finland kommer den huvudsakliga metoden för att öka på användningen av biobränslen att vara distributionsplikten, vilken beaktar biobränslespecifika begränsningar fastställda i RED II – direktivet.

Kostnadsverkan av en biobränsledistributionsplikt på 30% varierar kraftigt beroende på bränsleblandningens sammansättning, på världsmarknadsprisernas utveckling och på hur många elbilar som tas i bruk. Distributionsplikten direkta inverkan på bränslepriset skulle år 2030 vara i medeltal 5% (variationsvidd mellan -3 och +14%), förutsatt att man skulle ha 250 000 elbilar och energianvändningen skulle effektivieras. Ifall antalet elbilar skulle bli lägre, skulle distributionsplikten direkta kostnader öka. Den största direkta kostnadsverkan riktas mot marktrafiksektorn, där kostnaderna skulle ändras reellt mellan -0,6 och +2,5% (i medeltal under 1%), år 2030. Kostnadsökningen för de övriga sektorerna skulle huvudsakligen förbli 0-0,5% och för konsumenten ungefär 0,1-0,3%, år 2030. Inverkan på statsekonomi skulle också bli under 0,3% av beskattningsutfallet, eftersom ökningen av intäkter från mervärdesskatten för bränslen kompenserar bortfallet från energiskatter med nuvarande beskattningssystem.

Den här publikation är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan för 2018 (tietokayttoon.fi/sv).

De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

DESCRIPTION

Publisher and release date	Prime Minister's Office, 04.10.2018		
Authors	Esa Sipilä ¹ , Heidi Kiuru ¹ , Jaakko Jokinen ¹ , Jaakko Saarela ¹ , Saara Tamminen ² , Marita Laukkanen ² , Petteri Palonen ² , Nils-Olof Nyland ³ and Kai Sipilä ³ ¹ Pöyry Management Consulting Oy, ² VATT Institute for Economic Research, ³ TEC TransEnergy Consulting Oy		
Title of publication	Cost effective pathways of biofuels until 2030		
Name of series and number of publication	Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 63/2018		
Keywords	Biofuel, renewable energy, climate, transport, national economy		
Release date	October, 2018	Pages 115	Language Finnish

Abstract

The objective of this study was to assess the impacts of the 30% Finnish biofuels blending obligation towards 2030. Results of this study showed that Finland would meet its 50% emission reduction target in transport by 2030 if sustainable biofuels reach 30% share of total energy demand in transport sector (800 ktoe). This emission reduction level would also require implementation of 250 000 electric vehicles and 50 000 gas vehicles to transport in 2030 and to meet the energy efficiency targets set in energy and climate strategy. Current and planned biofuels production capacity in Finland would be sufficient for the 30% blending obligation, but it would be primarily based on imported feedstocks. The main mechanism to meet the biofuel target in Finland would be the new blending obligation that is impacted by the feedstock restriction set in the new RED II directive.

The cost impacts of the new 30% obligation vary a lot depending on the biofuel blending share to diesel and gasoline, development of market prices and market penetration of electric vehicles. The direct cost impact of the new obligation is in average 5% in 2030 (variation is between -3% and +14%), when assuming that 250 000 electric vehicles are in use and energy efficiency targets are met by 2030. The direct cost impact would increase if the amount of electric vehicles is lower. The largest cost impacts would be in transport sector that would see an impact between -0.6% and +2.5% (average 1%) in 2030 with the targeted biofuels implementation path. The cost impact for other sectors would be in average 0-0.5% and for consumers 0.1-0.3% in 2030. The increased blending obligation would also have only a small impact on the state economy, under 0.3% of the collected taxes, as the reduced excise taxes would be compensated by the increased value added taxes.

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2018 (tietokaytoon.fi/en).


The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.



SISÄLLYS

1. TAUSTA	1
2. TAVOITTEET JA MENETELMÄT	3
3. KOTIMAISTEN BIOPOLTTOAINEIDEN NYKYTILA JA KEHITYS	4
3.1. Neste.....	6
3.2. UPM	7
3.3. St1.....	8
3.4. Kaidi	9
3.5. Biokaasu	9
4. TAAKANJAKOSEKTORIN PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN EDELLYTTÄMÄT BIOPOLTTOAINEMÄÄRÄT LIIKENTEESSÄ, LÄMMITYKSESSÄ JA TYÖKONEISSA 10	
4.1. Yleistä	11
4.2. Autoliikenteen polttoaine- ja päästömäärät	11
Referenssiluvut	11
CO ₂ -päästövähennysten saavuttamiseksi tarvittavien biopolttoainemäärien laskennan periaate	13
Nestemäisen biopolttoaineen määrät vuosina 2020, 2025 ja 2030	16
4.3. Kevyen polttoöljyn käyttömäärät ja biopolttoaineseokset lämmityksessä ja työkoneissa	18
Referenssiluvut ja nykykäyttö	18
Öljylämmitys	19
Moottorikäyttö.....	22
Biokomponenttia sisältävän kevyen polttoöljyn logistiikka ja hinta	22
Kevyen polttoöljyn biopolttoainemäärät	23
5. POLTTOAINESTANDARDIT JA NIIDEN MAHDOLLISTAMA BIOPOLTTOAINEIDEN KÄYTTÖ	24
5.1. Yleistä	25
5.2. Tieliikenne	25
Polttoainestandardit	25
Polttoainestandardien mahdollistama biopolttoainekäyttö 2030	28
5.3. Kevyt polttoöljy	31
6. UUSIUTUVAN ENERGIAN DIREKTIIVI VUOTEEN 2030 (REDII)	32

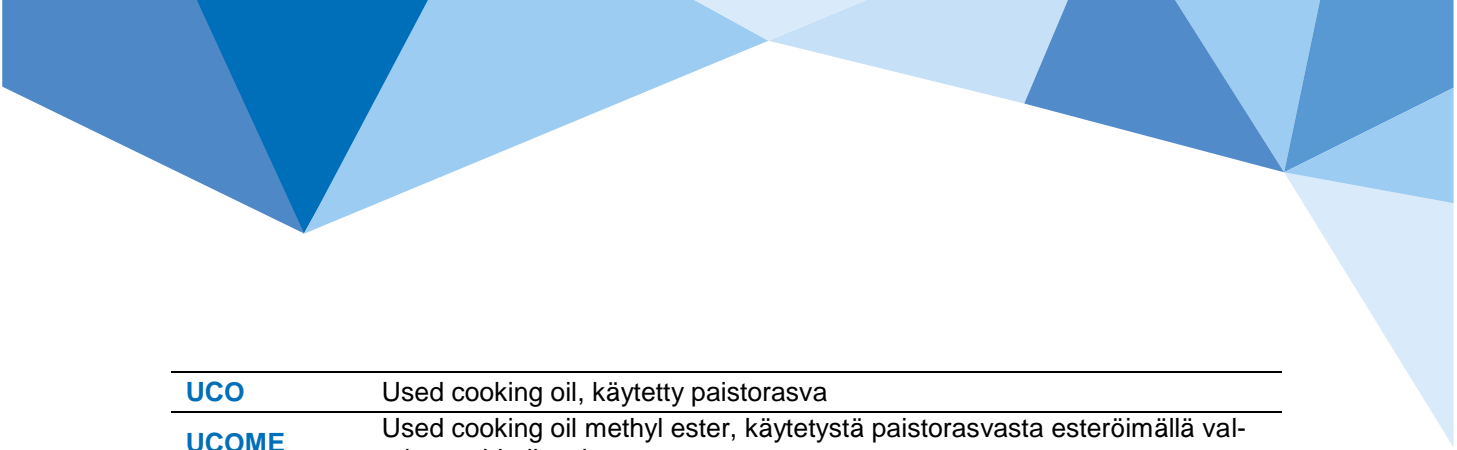
7.	BIOPOLTTOAINEIDEN MARKKINA JA KEHITYSNÄKYMÄT	35
7.1.	Globaali biopolttoaineiden markkinatilanne	35
7.2.	Kehittyneiden biopolttoaineiden tuotannon kehitysnäkymät.....	38
7.3.	EU 2030 politiikan mukaiset kysyntämäärät EU RED II oletuksilla sekä pohjoismaissa	40
	EU:n biopolttoaineiden kysyntä vuoteen 2030 RED II päätökseen perustuen	40
	Biopolttoaineiden kysyntä Pohjoismaissa	41
	Esimerkki: Britannian jakeluelvoite vuoteen 2032 saakka	43
8.	BIOPOLTTOAINEIDEN HINNAT JA NIIDEN KEHITYS.....	46
8.1.	Biopolttoaineiden hintakehitys vuoteen 2018	46
8.2.	Polttoaineiden hinnan kehitys vuoteen 2030	47
9.	VUOSIEN 2021–2030 BIOPOLTTOAINEOSUUDEN TOTEUTUSPOLUT HUOMIOIDEN RED II DIREKTIIVIN VAATIMUKSET	52
9.1.	Suomen biopolttoaineiden jakeluelvoitteen vaihtoehdot ja päätavoitteet	53
9.2.	Energia- ja ilmastostrategian mukainen biopolttoaineiden jakeluelvoite ja sen määrääarviot	55
9.3.	Suurimmat epävarmuudet biopolttoainepoluille.....	61
10.	TOTEUTUSPOLKUJEN KUSTANNUSVAIKUTUKSET LOPPUKÄYTTÄJILLE.....	63
10.1.	Tarkastellut biopolttoaineiden toteutuspolut ja laskentamenetelmä	63
	Toteutuspolut	64
	Tilastolliset aineistot	64
	Laskentamenetelmät.....	65
10.2.	Kustannusvaikutukset polttoaineiden hintaan tavoite – ja peruspolulla	67
	Jakeluelvoitteen suorat hintavaikutukset tavoite- ja peruspolussa	67
	Suorien hintavaikutusten herkkyys RED II direktiivin tulkinnalle.....	69
	Eri polttoainetyyppien hintaennusteiden herkkyytstarkastelu	70
10.3.	Kustannusvaikutukset eri toimialoilla	74
	Toimialat, joihin muutokset vaikuttavat eniten (päähintaskenaario)	74
	Hintaennusteiden vaikutus tuloksiin	77
	Kustannusvaikutus maataloudessa	81
10.4.	Kustannusvaikutukset kuluttajille	81
	Tavoitepolku – kaikki kotitaloudet	82
	Peruspolku – kaikki kotitaloudet.....	83
	Kotitaloudet, jotka kuluttavat lämmitysöljyä	85
	Hintasensitiivisyysanalyysi polttoainehintojen nousulle	86



10.5. Suorat vaikutukset valtioalouteen	89
10.6. Vaikutukset suhteessa kansantalouteen	90
11. BIOPOLTTOAINEIDEN TOTEUTUSPOLKUJEN MAHDOLLISET OHJAUSKEINOT	92
11.1. Jakeluvelvoitteen sakkomaksut	92
11.2. Polttoaineiden verotus	93
11.3. Kansalliset ja EU-tason biojalostamoiden investointiavustukset	93
12. YHTEENVETO	96
13. LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA	101
LIITE A: Taustatietoja taloudellisiin analyysihin	105
LIITE B: Lisätietoja kuluttajakohtaisista vaikutuksista	111
Vaikutukset autoileviin kotitalouksiin	111
Tavoitepolku – autoilevat kotitaloudet	112
Peruspolku – autoilevat kotitaloudet	113

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

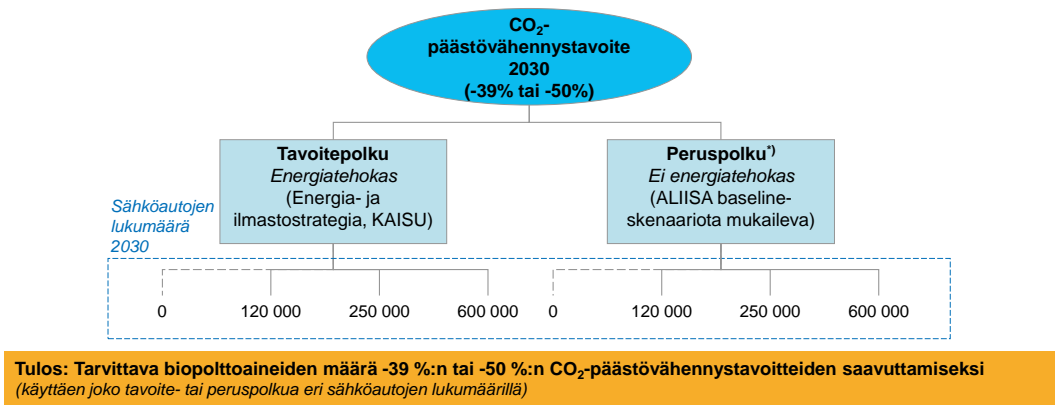
Lyhenne / Termi	Selitys
ALIISA	Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän autokantaa koskeva alamalli
bbf	Barreli (tilavuusyksikkö)
BTL	Biomass to liquid, kiinteästä biomassasta valmistettu hiilivety jota käytetään biopolttoaineena
CDM	Clean development mechanism
CFPP	Cold filter plugging point, dieselöljyn tai kevyen polttoöljyn alin käyttölämpötila ajoneuvoissa
CI engine	Compression ignition engine, dieselmoottori
CO₂	Hiilidioksidi
CWA	CEN Workshop Agreement
EN	European Norms -standardi
EU	Euroopan unioni
FAME	Fatty acid methyl ester, rasvahapon metyyliesteri
FFV	Flexible-fuel vehicle, korkeaseosetanoliauto
GTL	Gas to liquids
HVO	Hydrotreated vegetable oil, uusiutuva diesel
IEA	International Energy Agency
ILUC	Indirect land use change, epäsuora maankäytön muutos
Ji	Joint implementation
KAISU	Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman vaikutusarviot
Kehittynyt biopolttoaine	EU:n uusiutuvan energian direktiivin liitteen IX mukaisista raaka-aineista valmistettu biopolttoaine
KHK	Kasvihuonekaasu
LBG	Liquid biogas, nesteytetty biokaasu
LIISA	Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän tieliikennettä koskeva alamalli
LNG	Liquified natural gas, nesteytetty maakaasu
LPG	Liquified petroleum gas, nestekaasu
OECD-FAO	Organisation for Economic Co-operation and Development, Farming and Agriculture Organization
POK	Kevyt polttoöljy (ei liikennekäyttöön)
RED II	Renewable energy directive
RTFC	Renewable Transport Fuel Certificate,
RTFO	Renewable Transport Fuel Obligation
SFS	Suomen Standardisoimisliiton standardi
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö
TME	Tallow methyl ester, eläinrasvasta esteröimällä valmistettu biodiesel
toe	Öljykvivalenttitonni
TYKO	Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmän työkoneita koskeva alamalli



UCO	Used cooking oil, käytetty paistorasva
UCOME	Used cooking oil methyl ester, käytetystä paistorasvasta esteröimällä valmistettu biodiesel
VNK	Valtioneuvoston kanslia
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi

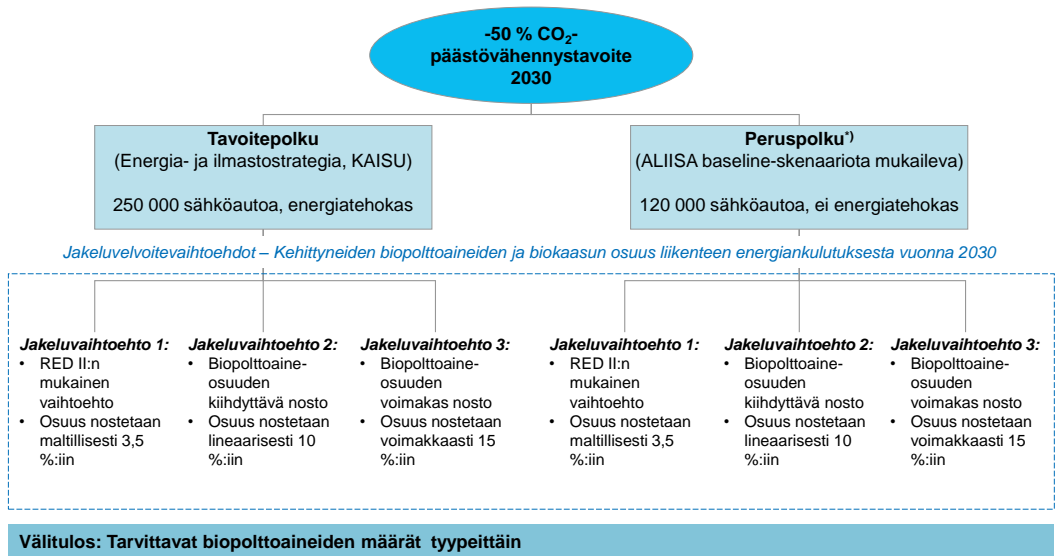
TYÖSSÄ TARKASTELTAVAT BIOPOLTTOAINEIDEN TOTEUTUSPOLUT

Taakanjakosektorin päästövähennysten edellyttämät biopolttoainemäärät



¹⁾ Peruspolun erona ALIISAN baseline-skenaarioon on se, että biopolttoaineiden osuutta ja sähköautojen määrää ei ole rajattu ALIISAN baseline-skenaariota mukaisesti 13,5 %:iin ja 120 000. Tarkastelussa on siis määritetty biopolttoaineiden tarve eri sähköautoskenaarioilla, jotta valittu CO₂-päästövähennys saavutettaisiin vuonna 2030.

Kustannus- ja valtiontaloudelliset vaikutukset eri sektoreille ja käyttäjille



Tulos: Jakeluvaihtoehtojen aiheuttamat kustannus- ja valtiontaloudelliset vaikutukset eri sektoreille ja käyttäjille, kun saavutetaan -50 %:n CO₂-päästövähennys vuonna 2030 (käyttäen joko tavoite- tai peruspolkua eri jakeluvaihtoehtojen avulla)

¹⁾ Peruspolun erona ALIISAN baseline-skenaarioon on se, että biopolttoaineiden osuutta ei ole rajattu ALIISAN baseline-skenaariota mukaisesti 13,5 %:iin. Tarkastelussa on siis määritetty biopolttoaineiden tarve, jolla liikenteen 50 %:n CO₂-päästövähennys saavutettaisiin vuonna 2030.

Kustannus- ja valtiontaloudellisten vaikutusten arvioinnissa tavoite- ja peruspolkua verrattiin vertailupolkuun, jotta saatiin selville jakeluvaihtoehtojen muutoksesta aiheutuvat lisäkustannukset eri polttoainekäyttäjille. Vertailupolku sisältää muuten samat oletukset esimerkiksi sähköautojen määrästä ja eri polttoaineiden käyttömääristä kuin tavoite- ja peruspolku, mutta vertailupolussa eri sekoitteiden sisältämien fossiilisten polttoaineiden ja biokomponenttien osuuksien oletetaan pysyvän nykyisen jakeluvaihtoehtojen mukaisena.

1. TAUSTA

Vuoteen 2030 tähtäävän kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaan liikenteen biopolttoaineiden osuus nostetaan 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä sekä biopolttoaineiden sekoitusvelvoitetta laajennetaan myös lämmitykseen ja työkoneisiin käytettävään kevyeen polttoöljyyn. Näiden tavoitteiden saavuttamisella on suuri merkitys koko taakanjakosektorin 2030 tavoitteiden saavuttamiseen, jossa Suomelle on asetettu 39 prosentin vähennystavoite. Biopolttoaineiden käytön nostamisen toimenpiteet ja ohjaukset voivat rakentua osittain nykyisten rakenteiden varaan, mutta vuoden 2020 jälkeisten toimien osalta uusi direktiivi uusiutuvien energialähteiden edistämiseksi (RED II) tulee muokkaamaan merkittävästi biopolttoaineiden toimintakenttää sekä käytettäviä raaka-ainelähteitä. Tällöin Suomen biopolttoaineiden käytön kasvun keinot ja rajoitteet tulee tarkoin arvioida, jotta ne ovat täysin linjassa tulevan direktiivin sekä kansallisten linjausten kanssa.

Biopolttoaineiden osuuden kasvu on energia- ja ilmastostrategiassa linjattu perustuvan pääosin kotimaisten raaka-aineiden ja biojalostamoiden varaan. Vuoden 2020 jälkeisten toteutuspolkujen vaikutusten arvioinnissa on erityisen tärkeää ymmärtää kotimaisen kapasiteetin nykytila ja kehitysnäkymät suhteessa kansainväliseen kilpailuun niin tarjonnan kuin kysynnänkin osalta. Kilpailukyvyyn osalta kustannustehokkuus ja käytön ohjaustoimien luomat hintapreemiot ohjaavat pitkälti niin investointeja kuin polttoainevirtoja myös tulevaisuudessa. Täten Suomen biopolttoainepolitiikan toteutuksessa tulee päättäjillä olla mahdollisimman laaja ja tarkka kuva biopolttoainesektorin teknisistä ja taloudellisista haasteista sekä kaupallisten yritysten investointimahdollisuuksista.

Kasvat biopolttoaineiden käyttötavoitteet yhdessä biopolttoaineiden öljytuotteita kalliimpien kustannusten kanssa tulevat luomaan lisäkustannuksia nykyrakentein polttoaineiden käyttäjille ja kuluttajille. Täten biopolttoaineiden toteutuspolkujen kustannusvaikutuksia eri käyttäjäryhmille tulee tarkastella taloudellisten vaikutusten kautta, jotta päättäjillä olisi mahdollisimman hyvä kuva päästöjen vähentämisen taloudellisista vaikutuksista. Käyttäjien ja kuluttajien lisäksi myös taloudelliset vaikutukset valtiontalouteen tulee analysoida, varsinkin, jos syntyneiden lisäkustannusten vaikutuksia halutaan tasata käyttäjien tai kuluttajien osalta.

Jotta energia- ja ilmastostrategian biopolttoaineita koskevat tavoitteet voitaisiin saavuttaa Suomessa, lainsäädännössä on määriteltävä, mikä osa biopolttoaineista ja -nesteistä kuuluu jakelunvelvoitteen piiriin kunakin vuonna 2030 saakka. Samoin on määriteltävä EU-sääntelyssä luokitelluista eri raaka-aineista valmistetuille biopolttoaineille erilliset tavoitteet tai katot.

Lainsäädännön valmistelua varten Pöyry Management Consulting Oy:stä, Valtion Taloudellisesta Tutkimuskeskuksesta (VATT) ja TEC TransEnergy Consulting Oy:stä koostuva konsortio toteutti valtioneuvoston kanslian toimeksiantona hankkeen, jossa arvioitiin energia- ja ilmastostrategian biopolttoainetavoitteiden saavuttamisen vaikutuksia. Hankkeen toimeksiannon mukaan hankkeen tarkoituksena on tuottaa vaikutusarvio siitä, millä tavoin biopolttoaineiden osuuden nostaminen ja nesteiden sekoitusvelvoitteen käyttöönotto voitaisiin toteuttaa kotimaisen tarjonnan, loppukäyttäjien ja kansantalouden kannalta kustannustehokkaasti ja taakanjakosektorin päästövähennyspolun edellyttämällä tavalla. Toteutustapaan liittyvistä taloudellisista vaikutuksista esitetään laskennallisia arvioita. Hankkeessa esitetään myös arvioita RED II:ssä erityyppisille biopolttoaineille asetetuista alatavoitteista, rajoitteista ja reunaehdoista aiheutuvista kustannusvaikutuksista ja -riskeistä.

Hankkeen toimeksiannossa esitetyt tutkimuskysymykset olivat:

- Mikä on nykyinen kotimainen biopolttoaineiden ja nesteiden tuotantokapasiteetti?
- Arvioida taakanjakosektorin päästöjen vähennyspolun edellyttämä biopolttoaineiden sekä lämmityksessä ja työkoneissa käytettävien bionesteiden vuosittainen määrä ja osuus polttoaineista
- Mikä on uuden kapasiteetin tarve, arvio investointikustannuksista ja polttoaineiden tuotantokustannuksista sekä tuontipolttoaineiden hinnoista?
- Millaisia kustannuksia kohdistuisi biopolttoaineen osuuden noston myötä loppukäyttäjille?
- Millaisia lisätoimia tavoitteiden saavuttaminen edellyttäisi ja mikä on tutkijoiden arvio niiden käyttöönoton aikataulusta?
- Millaisia vaikutuksia kohdistuisi kansantalouteen ja valtiontalouteen, mm. uusien investointien vaikutus, verotus, kauppatase?

2. TAVOITTEET JA MENETELMÄT

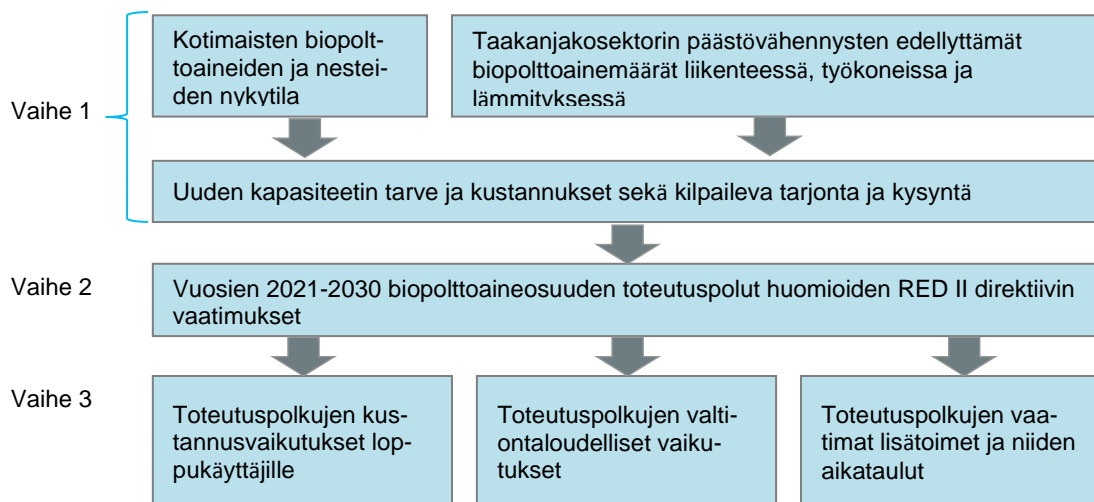
Tämän työn tarkoituksena on esittää vaikutusarvio biopolttoaineiden osuuden nostamisesta 30 %:iin Suomessa vuoteen 2030 mennessä. Biopolttoaineiden osuuden nostamispolkujen arvioinnissa arvioitiin kotimaisen tarjonnan, tuonnin, loppukäyttäjien ja kansantalouden kannalta tehokkaimpien ja toteutettavien polkujen taloudellisia vaikutuksia keskittyen kuitenkin taloudellisesti merkittävimpiin vaikutuksiin. Kotimaisen tuotannon ja biopolttoaineiden tuonnin osalta arvioitiin uuden direktiivin (RED II) mukanaan tuomia rajoitteita ja mahdollisuuksia suhteessa nykyisin voimassaolevaan säädöskantaan. Myös työkoneiden ja lämmityksen biopolttoaineiden sekoitusvelvoitteen teknisiä ja kustannusvaikutuksia arvioitiin erikseen, jotta näiden uusien sekoitusvelvoitteiden taloudelliset vaikutukset eri käyttäjille voitiin määrittää.

Työ tehtiin kolmessa osassa (Kuva 1), joista ensimmäisessä määritettiin biopolttoaineiden nykytila ja tarve 2030 mennessä tavoiteltaessa liikenteen 50 % päästövähennystä ja 30 % biopolttoaineosuutta. Nykytilan ja tarpeen perusteella määritettiin uuden kapasiteetin tarve sekä eri tuotantoreittien kustannusrakenteet ja teknisen kehityksen arviot 2030 asti. Lisäksi arvioitiin ulkomaisen tuotantokapasiteetin kehitys ja kustannustasot, joiden avulla voitiin estimoida tuontipolttoaineiden hintatasoja suhteessa kotimaiseen tuotantoon.

Työn toisessa osassa nykytilan ja vuoteen 2030 ulottuvien tuotanto ja kysyntämäärien avulla luotiin realistiset biopolttoainepolut Suomelle. Biopolttoainepoluille määritettiin myös keskimääräiset hintavaikutukset polttonesteille, jotka täyttäsivät hallituksen energia- ja ilmastostrategian mukaiset tavoitteet.

Työn kolmannessa vaiheessa arvioitiin valittujen biopolttoaineiden toteutuspolkujen kustannusvaikutuksia loppukäyttäjille sekä valtiontaloudellisia vaikutuksia. Lisäksi määritettiin toimia, joilla valitut polut voitaisiin toteuttaa kustannustehokkaasti tavoitteiden mukaisessa aikataulussa.

Kuva 1: Työn vaiheet



3. KOTIMAISTEN BIOPOLTTOAINEIDEN NYKYTILA JA KEHITYS

Toukokuussa 2018 kotimaisten yritysten biopolttoaineiden arvioitu kokonaiskapasiteetti oli kotimaassa 535 ktoe ja ulkomailla 2 300 ktoe. Neste Oyj:n tuotantokapasiteetti kattoi noin 78 % kotimaan ja 100 % ulkomaan kokonaiskapasiteetista. Kotimaan toiseksi suurin biopolttoaineiden tuottaja oli UPM-Kymmene Oyj (UPM), jonka osuus kotimaan kokonaiskapasiteetista oli 19 %. Pääosa tuotannosta perustui ulkomaisiin jäteöljyihin ja –rasvoihin ja jossain määrin tuotuihin mänty- ja kasviöljyihin.

Biopolttoaineiden kokonaiskapasiteetin odotetaan kasvavan kotimaassa 1 000 ktoe:lla ja ulkomailla 1 640 ktoe:lla vuoteen 2025 mennessä. Jos kapasiteettilisäykset toteutuvat suunnitelmien mukaisesti, biopolttoaineiden kokonaiskapasiteetti vuonna 2025 olisi kotimaassa 1 530 ktoe ja ulkomailla 3 940 ktoe. Biopolttoaineiden kotimaan kapasiteetista valmistusosuudet olisivat seuraavat: Neste Oyj 41 %, St1 Oy 3 %, UPM-Kymmene Oyj 40 % ja Kaidi Finland 16 %. Ulkomailla olevasta kapasiteetista 94 % olisi Nesteen omistuksessa ja loput 6 % St1:n omistuksessa. Usean edellä mainittujen yhtiöiden uusien tuotantolinjojen ja -laitosten investointipäätökset tehdään julkisten tiedotteiden mukaan vuoden 2018 aikana.

Kotimaisten biopolttoaineiden tuottajien lopputuotteet koostuisivat vuonna 2025 uusiutuvasta dieselistä, bensiinistä ja etanolista. Käytettäviä raaka-aineita olisivat erilaiset biojätteet, biomassapohjaiset öljyt, puupohjaiset biomassat ja prosessitähteet.

Suomen kansallisilla biopolttoaineiden jakeluvetoilla ja käyttöpuolen edistystoimilla ei luultavasti ole suurta vaikutusta kotimaisten, erityisesti puupohjaisten, biopolttoaineiden investointeihin. Tämä johtuu siitä, että investointien kannalta kriittisimmät tekijät ovat tuotteen hinta, markkinoiden vakaus ja riittävä kysyntä. Tuotteen markkina määräytyy vähintäänkin Pohjois-Euroopan tasolla. Näillä markkinoilla kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat määräytyvät pitkälti muiden maiden, kuten Saksan ja Ruotsin, biopolttoainepolitiikan perustella.

Toukokuussa 2018 käytössä tai käyttöönottoaiheessa olevia biokaasuntuotantolaitoksia oli Suomessa 59, joiden lisäksi kaasua kerättiin 36 kaatopaikalla. Liikennekaasua jalostettiin 13 laitoksella, joiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti oli 19 ktoe/a. Uusia laitoksia, jotka jalostavat biokaasua tieliikennekäyttöön, on suunnitteilla seitsemän. Näiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti on 16 ktoe/a.

Kotimaisten biopolttoaineiden nykytila ja kehitys sekä käytettävät raaka-aineet ja lopputuotteet on esitetty seuraavissa taulukoissa (Taulukko 1 ja Taulukko 2). Taulukoiden tiedot perustuvat toimijoiden haastatteluihin ja julkisiin tietolähteisiin. Toukokuussa 2018 kotimaisten yritysten biopolttoaineiden arvioitu kokonaiskapasiteetti oli kotimaassa 535 ktoe ja ulkomailla 2 300 ktoe. Kokonaiskapasiteetti perustui lähes kokonaan uusiutuvan dieselin ja bensiinin tuotantoon ja suurin osa oli Neste Oyj:n omistuksessa. Nesteen tuotantokapasiteetti kattoi noin 78 % kotimaan ja 100 % ulkomaan kokonaiskapasiteetista. Kotimaan toiseksi suurin biopolttoaineiden tuottaja oli UPM-Kymmene Oyj (UPM), jonka osuus kotimaan kokonaiskapasiteetista oli 19 %. Vuoden 2017 kotimaisesta tuotannosta arviolta 100 ktoe:ia eli noin 20

% perustui kotimaisiin raaka-aineisiin. Pääosa tuotannosta perustui ulkomaisiin jätteöljyihin ja –rasvoihin ja jossain määrin tuotuihin mänty- ja kasviöljyihin.

Biopolttoaineiden kokonaiskapasiteetin odotetaan kasvavan kotimaassa 1 000 ktoe:lla ja ulkomailla 1 640 ktoe:lla vuoteen 2025 mennessä. Jos kapasiteettilisäykset toteutuvat suunnitelmien mukaisesti, biopolttoaineiden kokonaiskapasiteetti vuonna 2025 olisi kotimaassa 1 530 ktoe ja ulkomailla 3 940 ktoe. Kotimaisten raaka-aineiden osuus kotimaisesta tuotannosta olisi 30–40 %. Biopolttoaineiden kotimaan kapasiteetista valmistusosuudet olisivat seuraavat: Neste Oyj 41 %, St1 Oy 3 %, UPM-Kymmene Oyj 40 % ja Kaidi Finland 16 %. Ulkomaan kapasiteetista 94 % olisi Nesteen omistuksessa ja loput St1:n omistuksessa.

Taulukko 1: Kotimaisten biopolttoaineiden nykytila ja mahdollinen kehitys

Yritys ja laitokset	Nykyinen kapasiteetti		Suunnitteilla olevan kapasiteetin lisäys		Odotettavissa oleva kokonais-kapasiteetti 2025 ¹⁾		
	ktoe/a	Kotimaassa	Ulkomailla	Kotimaassa	Ulkomailla	Kotimaassa	Ulkomailla
Neste Oyj		420	2 300	210	1 290	630	3 690
Porvoo		420		210		630	
Rotterdam			1 150		170		1 320
Singapore			1 150		1 220		2 370
St1 Oy		15	<1	30	250	40	250
Etanolix		10	<1		10	10	10
Bionolix		<1				<1	
Cellunolix		5		30	30	30	30
Göteborg HVO					210		210
UPM-Kymmene Oyj (UPM)		100		520		620	
Lappeenranta		100				100	
Kotka				520		520	
Kaidi Finland				240		240	
Kemi				240		240	
Yhteensä¹⁾		535	2 300	1 000	1 640	1 530	3 940

¹⁾ Osatulojen pyöritykset voivat vaikuttaa lopputulosten tarkkuuteen

Kotimaisten biopolttoaineiden tuottajien lopputuotteet koostuisivat vuonna 2025 uusiutuvas- ta dieselistä, bensiinistä ja etanolista. Käytettäviä raaka-aineita olisivat erilaiset biojätteet, biomassapohjaiset öljyt, puupohjaiset biomassat ja prosessitähteet. Vuoden 2025 jälkeen on mahdollista, että kotimaisiin raaka-aineisiin perustuva tuotanto kasvaisi vielä arviolta 200–400 ktoe:lla vuoteen 2030 mennessä. Tämä edellyttää erityisesti puupohjaisten biopolt- toaineiden tuotantoteknologia ja investointiedellytykset kehittyvät suotuisasti. Lisäksi Neste tavoittelee tuottavansa miljoona tonnia vähähiilisiä jalostamon raaka-aineita vuoteen 2030 mennessä (Neste Oyj, 2018).

Taulukko 2: Yritysten raaka-aineet ja tuotetut biopolttoaineet (nykytila ja mahdollinen kehitys)

Yritys ja laitokset	Raaka-aine	Tuote
Neste	Esimerkkejä: Palmuöljy, käytetty paistorasva, eläinrasvat, kasviöljytuotannon jätteet ja tähteet	Uusiutuva diesel
ST1		
Etanolix	Elintarviketeollisuuden ja kaupan biojätteet ja prosessitähteet	85 % bio-etanoli (Suomen laitoksilta kuljetetaan Haminaan väkevöintiä ja absolutointia varten)
Bionolix	Kotitalouksien, kauppojen ja teollisuuden biojätteet	85 % bio-etanoli (Suomen laitoksilta kuljetetaan Haminaan väkevöintiä ja absolutointia varten)
Cellunolix	Suomessa sahanpuru. Suunnitteilla olevassa Norjan laitoksessa metsätalouden sivutuotteet.	Selluloosaetanoli
Göteborg HVO	Mäntyöljy	Uusiutuva diesel
UPM		
Lappeenranta	Mäntyöljy	Uusiutuva diesel
Kotka	Esimerkiksi levä-, kasvi-, puu- tai eläinperäiset öljyt ja rasvat, kiinteät ja nestemäiset jätte- ja tähdevirrat sekä kiinteä biomassa	Uusiutuva diesel
Kaidi	Puupohjainen biomassa (energiapuu, korjuutäh- teet ja metsäteollisuuden sivuvirrat)	Uusiutuva diesel ja bensiini

Suomen kansallisilla biopolttoaineiden jakeluvetoilla ja käyttöpuolen edistystoimilla ei luultavasti ole suurta vaikutusta kotimaisten, erityisesti puupohjaisten, biopolttoaineiden investointeihin. Tämä johtuu siitä, että investointien kannalta kriittisimmät tekijät ovat tuotteen hinta, markkinoiden vakaus ja riittävä kysyntä. Tuotteen markkina määräytyy vähintäänkin Pohjois-Euroopan tasolla. Näillä markkinoilla kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat määräytyvät pitkälti muiden maiden, kuten Saksan ja Ruotsin, biopolttoainepolitiikan perusteella.

Nykyiset tavoitetasot RED II:ssa tulisivat johtamaan tarjonnan niukkuuteen erityisesti kehittyneiden biopolttoneiteiden osalta. Tällöin on hyvin todennäköistä, että hinta määräytyy kansallisten sakkomaksujen ja/tai verotukien kautta. Jos hintataso Pohjois-Euroopassa nousee korkeaksi, on mahdollista, että Suomeen rakennettavan kapasiteetin pääasialliset kohdemarkkinat ovat Suomen ulkopuolella.

3.1. Neste

Nesteen uusiutuvan dieselin tuotantolaitokset sijaitsevat Porvoossa (420 ktoe), Rotterdamissa (1150 ktoe) ja Singaporessa (1150 ktoe). Täten yhtiön kokonaistuotantokapasiteetti nykytilassa on noin 2720 ktoe. (Neste Oyj, 2018); (Neste Oyj, 2017); (F.O. Licht, 2016) Nesteen tuotantokapasiteetin odotetaan nousevan 4190 ktoe:iin vuoteen 2030 mennessä. Neste pyrkii nostamaan tuotantokapasiteettinsa 3 miljoonaan tonniin vuoteen 2020 mennessä poistamalla tuotannon pullonkauloja. Lisäksi Neste suunnittelee investoivansa uuteen tuotantolinjaan lisätäkseen uusiutuvan dieselin tuotantokapasiteettia. Uusi tuotantolinja sijoitetaan Singaporen jalostamoalueelle, mikä lisäksi jalostamon kapasiteettia miljoonalla tonnilla. Hanke etenee tuotantolinjan tekniseen suunnitteluun, jotta lopullinen investointipäätös voitaisiin tehdä vuoden 2018 loppuun mennessä. Suunnitelmien mukaan uuden tuotantolinjan tulisi olla tuotannossa vuoteen 2022 mennessä. (Neste Oyj, 2018); (Neste Oyj, 2017)

Vuonna 2017 Neste käytti 3,2 miljoonaa tonnia uusiutuvia raaka-aineita, joka oli noin 19 % enemmän kuin vuonna 2016. Uusiutuvista raaka-aineista 76 % oli jätteitä ja tähteitä ja loput 24 % erilaisia kasviöljyjä. Esimerkkejä käytetyistä jätteistä ja tähteistä ovat elintarviketeollisuuden eläinrasvajäte sekä kasviöljytuotannon jätteet ja tähteet. Nesteen jalostamoilla voitaisiin myös teknisesti käyttää pelkästään 100 % jätteitä ja tähteitä. (Neste Oyj, 2018) Kaup-

pavirtilastojen perusteella voidaan arvioida Nesteen kotimaisen tuotannon perustuneen viime vuosina pääosin ulkomailta tuotuihin jäteöljyihin ja –rasvoihin.

Neste tiedotti keväällä 2018, että yhtiön tavoitteena on korvata bensiinin ja dieselin valmistuksessa käytettävää fossiilista raakaöljyä jätemuoveista valmistetulla pyrolyysiöljyllä. Nesteen tavoitteena olisi, että vuonna 2030 yhtiön Porvoon ja Naantalin jalostamoissa käytettäisiin jopa kaksi miljoonaa tonnia jätemuovipohjaista pyrolyysiöljyä. Yhtiön tarkoituksena olisi käyttää Keski-Euroopan jätevirtoja siten, että jätemuovit nesteytettäisiin syntypaikalla pyrolyysiöljyksi, joka kuljetettaisiin tankkereilla Suomeen. Jätemuovien käytön epävarmuustekijöihin sisältyy EU:n lainsäädännön suhtautuminen kemialliseen kierrätykseen ja jätemuovien käyttöön polttoaineiden raaka-aineina. Lisäksi jätevirtojen muuttaminen kaatopaikoilta ja polttolaitoksista enemmän kierrätykseen ja hyötykäyttöön aiheuttaa myös osaltaan haasteita. Haasteista huolimatta Neste on suunnitellut aloittavansa jätemuovipohjaisen pyrolyysiöljyn teollisen mittakaavan koeajot Porvoon jalostamolla vuonna 2019. (Yle, 2018a)

3.2. UPM

UPM tuottaa tällä hetkellä 100 ktoe biopolttoaineita Lappeenrannan biojalostamolla, jossa tuotanto käynnistettiin vuonna 2015. Biojalostamon raaka-aineena käytetään selluntuotannon tähdettä, mäntyöljyä, josta tuotetaan UPM BioVerno -dieseliä ja -naftaa. UPM BioVerno on Avainlippu-tuote, joten tuotteen kotimaisuusaste on vähintään 50 % omakustannusarvosta. Tuotettua dieseliä voidaan käyttää kaikissa dieselmotoreissa joko fossiiliseen dieseliin sekoitettuna tai sellaisenaan. Naftaa sen sijaan voidaan käyttää bensiinin biokomponenttina tai biomuovien valmistuksessa. (UPM, 2018a); (UPM, 2018b)

Lappeenrannan biojalostamon lisäksi UPM tiedotti helmikuussa 2018 aloittavansa ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) biojalostamon rakentamisesta Kotkaan. UPM:n tiedotteessa jalostamon tuotantokapasiteetti olisi 500 ktoe kehittyneitä liikenteen polttoaineita. (UPM, 2018c) YVA-ohjelmassa biojalostamon kapasiteetiksi on määritetty 700 ktoe nestemäisiä biopolttoaineita tai –kemikaaleja, mikä antaa mahdollisuuden nostaa tuotantokapasiteettia. Tuotettuja biopolttoaineita voitaisiin käyttää tie-, laiva- ja lentoliikenteessä. (Pöyry, 2018)

Kotkan biojalostamon päätuotteita olisivat uusiutuva diesel, nafta ja kerosiini, joiden lisäksi voitaisiin valmistaa muita nestemäisiä tai kaasumaisia hiilivetyjä. Raaka-aineena käytettäisiin nestemäisiä ja kiinteitä raaka-aineita, joiden kulutus raaka-aineesta riippuen olisi enintään 1,2 miljoonaa tonnia kiinteitä ja 0,7 miljoonaa tonnia nestemäisiä raaka-aineita. Jalostamon pääasiallisia raaka-aineita olisivat biomassa, erilaiset öljyt ja rasvat, teollisuuden tähde- ja jätevirrat tai muut bioperäiset orgaaniset yhdisteet. Biojalostamon raaka-aineeksi soveltuvat esimerkiksi levä-, kasvi-, puu- tai eläinperäiset öljyt ja rasvat, kiinteät ja nestemäiset jäte- ja tähdevirrat sekä kiinteä biomassa, josta tärkein olisi metsäpohjainen biomassa. YVA-ohjelman mukaan kiinteät raaka-aineet saataisiin pääosin kotimaasta, mutta nestemäiset raaka-aineet tulisivat pääsääntöisesti ulkomailta. Tarkemmat tiedot raaka-aineiden hankintamääristä ja alkuperästä ovat saatavilla YVA-selostuksen valmistuessa. (Pöyry, 2018)

Kotkan biojalostamo on tällä hetkellä esisuunnitteluvaiheessa ja samanaikaisesti toteutetaan YVA-menettely. YVA-ohjelman mukaan Kotkan biojalostamosta voidaan tehdä investointipäätös aikaisintaan syksyllä 2019. Tällöin laitoksen käyttöönotto ajoittuisi aikaisintaan vuosien 2021–2022 vaihteeseen. (Pöyry, 2018) Investointipäätökseen vaikuttaa muun muassa EU:n ILUC-direktiivin päivitys, jossa määritellään päästöttömiksi luokiteltavien biopoltt-

toaineiden raaka-aineet (Yle, 2018b). Jos Kotkan biojalostamo toteutuu, Lappeenrannan tehdasalueelle ei todennäköisesti rakenneta lähivuosina toista jalostamoa, jolle on kaavoitettu valmiiksi paikka tehdasalueelta (Etelä-Saimaa, 2018).

3.3. St1

St1:n biopolttoaineiden tuotanto pohjautuu tällä hetkellä etanolin tuotantoon, jossa hyödynnetään 100 % paikallisia biojätteitä ja tähteitä. St1:llä on useita pieniä etanolin tuotantolaitoksia, mutta nykyinen tuotantokapasiteetti 2018 (<20 ktoe) on vähäinen verrattuna Nesteen ja UPM:n biopolttoaineiden tuotantokapasiteetteihin (Taulukko 1).

St1:n nykyinen kapasiteetti koostuu Etanolix® (10 ktoe), Bionolix® (<1 ktoe) ja Cellunolix® (5 ktoe) tuotantolaitoksista. Etanolix® laitoksia on Jokioisissa, Lahdessa, Vantaalla, Hamina ja Göteborgissa. Bionolix® laitoksia on tällä hetkellä vain yksi, joka sijaitsee Hämeenlinnassa. Cellunolix® demolaitos sen sijaan aloitti tuotannon Kajaanissa vuonna 2017. (St1, 2018a) Jokioisen, Lahden ja Haminan Etanolix® tuotantolaitokset on integroitu muihin prosessilaitoksiin: Hamina etanolin väkevöintilaitokseen, Lahti Hartwallin panimoon ja Jokioinen entsyymilaitokseen. Vantaan Etanolix® laitostensa on itsenäinen yksikkö. (Wessberg & Eerola, 2013)

Etanolix® ja Bionolix® prosessin lopputuotteena saadaan 85 % etanolia, mutta prosesseissa käytetyt raaka-aineet ja sivutuotteet eroavat toisistaan. Etanolix® prosessissa käytetään tärkkelys- ja sokeripitoisia elintarviketeollisuuden ja kaupan biojätteitä sekä prosessitähteitä. Prosessin sivutuotteena syntyy eläinrehua ja biokaasua. Bionolix® prosessin raaka-aineita sen sijaan ovat kotitalouksien, kauppojen ja teollisuuden biojätteet. Bionolix® prosessin sivutuotteena saadaan biokaasua. (Wessberg & Eerola, 2013); (St1, 2018a) Koska Etanolix® prosessin sivutuotteena syntyy eläinrehua, prosessissa ei voida hyödyntää lihaperäistä biojätettä, jota sen sijaan voidaan syöttää Bionolix® prosessiin. Suomen laitoksilla tuotettu 85 % etanoli kuljetetaan Haminaan väkevöitäväksi ja absolutoitavaksi, jolloin lopputuote on 99,8 % etanolia. Väkevöity etanoli käytetään pääasiallisesti bensiinin biokomponenttina. (Wessberg & Eerola, 2013) Cellunolix® prosessi tuottaa selluloosapohjaista etanolia ja eroaa siten Etanolix® ja Bionolix® -prosesseista. Cellunolix® prosessin raaka-aineena voidaan käyttää metsäteollisuuden sivutuotteita kuten havupuuhaketta ja -purua. Selluloosa-etanolin lisäksi prosessin sivutuotteena syntyy ligniiniä, joka voidaan poltettuna käyttää sähkön ja lämmön tuotantoon. (St1, 2018a)

St1:n biopolttoaineiden tuotantokapasiteetin odotetaan lisääntyvän 280 ktoe:lla vuoteen 2030 mennessä. Kapasiteettilisäyksestä 10 ktoe on arvioitu tulevan Thaimaahan (Ubon Ratchathani) suunnitteilla olevasta Etanolix® laitoksesta. Laitos tulisi käyttämään raaka-aineenaan paikallista kassavajätettä. St1 ilmoitti huhtikuussa 2018, että yhtiö on saanut Thaimaahan pilottilaitoksen rakentamisen päätökseen ja kassavajätteen hyödyntämistä testataan pilottilaitoksessa vuoden ajan. Jos pilottivaiheen tulokset ovat positiivisia, yhtiön tarkoituksena on aloittaa teollisen mittakaavan Etanolix® laitoksen rakentaminen. (St1, 2018b)

St1:n 280 ktoe:n tuotantokapasiteetin lisäyksestä 60 ktoe on arvioitu tulevan Suomeen ja Norjaan suunnitteilla olevista uusista Cellunolix® laitoksista. St1:llä on suunnitteilla uusi Cellunolix® laitostensa (noin 30 ktoe) Pietarsaaren UPM:n ja Alholmens Kraftin tehdasalueelle. Pietarsaaren laitostensa käyttäisi raaka-aineenaan sahanpurua. UPM ja Alholmens Kraft hyödyntäisivät mahdollisesti prosessin sivutuotteet omassa tuotannossaan. Hankkeen investointipäätös on määrä tehdä vuoden 2018 aikana ja suunnitellun aikataulun mukaan laitostensa aloit-

taisi tuotannon vuonna 2020. Investointipäätökseen vaikuttaa osaltaan yhtiön tuotantokemukset vuonna 2017 Kajaanissa käynnistyneellä Cellunolix® laitoksella. On myös mahdollista, että olemassa olevaan Kajaanin laitokseen lisättäisiin tuotantokapasiteettia joko tehostamalla prosessia tai rakentamalla uusi Cellunolix® laitos. (Biomass Magazine, 2016)

St1:n norjalainen tytäryhtiö, Smart Fuel AS, on allekirjoittanut Viken Skog SA:n ja sen tytäryhtiön Treklyngen Holing AS:n kanssa aiesopimuksen Cellunolix® laitoksen rakentamisesta Norjaan Hønefossin teollisuusalueelle. Laitoksen selluloosaetanolin tuotantokapasiteetti olisi arviolta 30 ktoe ja se käyttäisi raaka-aineenaan metsäteollisuuden sivutuotteita. Investointipäätös on tarkoitus tehdä vuonna 2018, jolloin laitos käynnistyisi vuonna 2021. (Ethanol Producer Magazine, 2016)

Etanolin tuotantokapasiteetin lisäysten lisäksi St1 on suunnitellut aloittavansa HVO-tuotannon Göteborgissa. Hankkeen ensimmäinen vaihe on rakentaa vedyn tuotantolaitos Göteborgin jalostamoalueelle. HVO:n tuotantokapasiteetiksi on arvioitu noin 210 ktoe. (Euroinvestor, 2017) Toukokuussa 2018 St1 julkaisi tiedotteen, jonka mukaan yhtiö on solminut kumppanuuden metsäteollisuusyritys SCA:n kanssa kehittääkseen yhteistyönä mäntyöljypohjaisten uusiutuvien polttonesteiden tuotantoa Göteborgin jalostamolla. Kumppanuudella on esitetty tavoiteltavan 100 000 tonnin mäntyöljyisyöttöä Göteborgin jalostamolla, joka vastaisi noin 50 % ilmoitetusta 210 ktoe:n kapasiteetista. (St1, 2018c) Tarkempaa tietoa 210 ktoe:n tuotantolaitoksen raaka-ainelähteistä ei ole julkisesti saatavilla.

3.4. Kaidi

Kaidi Finland on suunnitellut biojalostamon rakentamista Kemiin vuodesta 2014 lähtien. Biojalostamossa tuotettaisiin uusiutuvaa dieseliä (75 %) ja bensiiniä (25 %). Biopolttoainesten kokonaistuotantokapasiteetiksi on arvioitu noin 240 ktoe. Biojalostamon pääraaka-aineena käytettäisiin puupohjaista biomassaa kuten metsäteollisuuden sivuvirtoja, energia-puuta ja korjuutähteitä. (Kaidi, 2018a) Kaidin biojalostamohankkeelle myönnettiin ympäristö- ja vesitalouslupa huhtikuussa 2018. (Kaidi, 2018b)

3.5. Biokaasu

Suomessa tuotettiin vuonna 2016 noin 70 ktoe biokaasua, josta hyödynnettiin 60 ktoe sähkö-, lämpö ja liikennekäytössä. Biokaasureaktoreiden osuus oli noin 60 % ja loput 40 % oli kaatopaikkakaasua. Liikenteessä käytettiin 1,8 ktoe biokaasua (Huttunen & Kuittinen, 2017).

Toukokuussa 2018 käytössä tai käyttöönottovaiheessa olevia biokaasuntuotantolaitoksia oli 59, joiden lisäksi kaasua kerättiin 36 kaatopaikalla. Liikennekaasua jalostettiin 13 laitoksella, joiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti oli 19 ktoe/a. (Suomen biokaasuyhdistys ry, 2018), (Gasum Oy, 2017)

Uusia laitoksia, jotka jalostavat biokaasua tieliikennekäyttöön, on suunnitteilla seitsemän. Näiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti on 16 ktoe/a. (Suomen biokaasuyhdistys ry, 2018), (Aluehallintovirasto, 2018). Nykyisellä ja suunnitteilla olevalla kapasiteetilla liikenteen biokaasua voisi tuottaa 35 ktoe/a. Jos nykyisellään hyödyntämättä jäänyt biokaasu jalostetaan liikennekaasuksi, kasvaa vuosittainen kokonaiskapasiteetti 45 ktoe:iin.

4. TAAKANJAKOSEKTORIN PÄÄSTÖVÄHENNYS- TEN EDELLYTTÄMÄT BIOPOLTTOAINEMÄÄRÄT LIIKENTEESSÄ, LÄMMITYKSESSÄ JA TYÖKO- NEISSA

Kansallisen energiastrategian mukaan liikenteen hiilidioksidipäästöjä vähennetään 50 % vuoteen 2030 mennessä. Päästövähennyskeinoihin kuuluvat energiatehokkuuden parantaminen, sähköautojen määrän lisääminen sekä biopolttoaineiden käyttö.

Selvityksessä arvioitiin autoliikenteen päästövähennysten saavuttamiseksi tarvittavaa nestemäisten biopolttoaineiden määrää energiatehokkuuden kehittymisen ja sähköautojen määrän mukaan. Selvitystä varten ei tehty varsinaisia uusia ennusteita polttoaineiden käytöstä vuoteen 2030, vaan siinä tukeuduttiin olemassa oleviin ennusteisiin kuten vuoden 2016 ALIISA baseline -skenaarioon ja "Kaisu"-raporttiin.

Tarkasteluissa varioitiin tavoiteltavaa päästövähennystasoa (-39 ja -50 % vuonna 2030), energiatehokkuuden kehittymistä (kaksi skenaariota; energiatehokkuus ei parane, energiatehokkuus kehittyy suotuisasti) sekä sähköautojen lukumäärää (4 eri vaihtoehtoa; 0, 120 000, 250 000 ja 600 000 ladattavaa autoa vuonna 2030). Tarkastelut tehtiin kolmelle vuodelle, 2020, 2025 ja 2030, ja jokaisen vuoden osalta tarkasteltiin 16 eri skenaariota.

Päästöjen vähennystarve oletettiin lineaariseksi aikavälille 2016 – 2030. Liikenteessä käytettävän biokaasun määräksi vakioitiin 44 ktoe/a vuonna 2030, vastaten 50 000 kaasukäyttöistä henkilöautoa ja lisääntyvää käyttöä raskaassa kalustossa.

Laskenta osoitti, että niin tavoiteltu päästövähennystaso, energiatehokkuuden kehittyminen ja sähköautojen lukumäärä vaikuttavat voimakkaasti nestemäisten biopolttoaineiden tarpeeseen. Tavoiteltaessa 50 %:n päästövähennystä vuonna 2030 tarvittava nestemäisten biopolttoaineiden määrä on 1537... 440 ktoe (ei sähköautoja, ei energiatehokkuuden parantumista vs. 600 000 sähköautoa, energiatehokkuus parantunut).

Energia- ja ilmastostrategian sekä KAISU:n mukaisessa skenaariossa (250 000 sähköautoa, 50 000 kaasuautoa, -50 % CO₂ ja parantunut energiatehokkuus) nestemäisten biopolttoaineiden tarve olisi 799 ktoe vuonna 2030 ja nestemäisten biopolttoaineiden osuus varsinaisista polttoaineista 29 %.

Sähköautojen hitaan käyttöönoton takia sähköautot eivät vaikuta yhtä voimakkaasti biopolttoaineiden määrään vuosina 2020 ja 2025 kuin vuonna 2030, minkä takia myös väli-vuosina tarvittaisiin varsin paljon biopolttoaineita.

Lämmityksessä ja työkoneissa käytettävälle kevyelle polttoöljylle tavoitellaan bionesteiden 10 % sekoitusvelvoitetta vuonna 2030. Biopolttoainemäärinä tämä tarkoittaisi lämmityksessä 34 000 toe ja työkoneissa 69 000 toe eli yhteensä 103 000 toe vuonna 2030.

4.1. Yleistä

Valtioneuvoston selonteossa on määritelty kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030 (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017). Strategiassa todetaan, että liikenteen päästöjä vähennetään vuoteen 2030 mennessä noin 50 prosenttia verrattuna vuoden 2005 tilanteeseen. Lisäksi liikenteen biopolttoaineiden fyysinen osuus kaikesta tieliikenteeseen myydyistä polttoaineista nostetaan 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Tavoitteena on myös, että Suomessa olisi vuonna 2030 yhteensä vähintään 250 000 sähkökäyttöistä autoa (täyssähköautot, vetyautot ja ladattavat hybridit) ja vähintään 50 000 kaasukäyttöistä autoa. Työkoneissa ja lämmityksessä käytettävälle kevyelle polttoöljylle otetaan käyttöön bionesteen 10 prosentin sekoitusvelvoite. Liikenteen hiilidioksidi (CO₂)-taseessa niin biopolttoaineiden, sähkön kuin vedyn käyttö lasketaan nollapäästöiseksi. Tämän logiikan mukaan biopolttoaineet vähentävät CO₂-päästöjä energiaosuutensa verran.

Strategiassa on myös mainittu liikenteen CO₂-päästöjen vähentäminen energiatehokkuutta parantamalla. Strategiassa tälle ei ole asetettu numeraalista tavoitetta, mutta tavoitteet on kirjattu ns. Kaisu-raporttiin (Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030 (Ympäristöministeriö, 2017)). Ilman verotuksen muuttamista henkilöautojen CO₂-päästövähennyspotentiaaliksi on määritelty 0,6 Mt CO₂-ekvivalenttia vuoteen 2030. Päästövähennyspotentiaalilin liikennejärjestelmätason toimin arvioidaan olevan parhaimmillaan noin 1 Mt CO₂-ekv. vuonna 2030, jos henkilöautoliikenteen suoritteen kasvu saadaan pysymään lähellä nollaa.

Tätä selvitystä varten ei tehty varsinaisia uusia ennusteita polttoaineiden käytöstä vuoteen 2030. Polttoainemäärien laskennan pohjana on käytetty, toteutumalukujen lisäksi, seuraavia lähteitä: VTT:n LIISA (tieliikenne), ALIISA (autokanta) ja TYKO (työkoneet) laskentamallit (VTT, 2016), edellä mainittu ”Kaisu” raportti ja VTT:n raportti ”Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: Vuoden 2016 päivitys” (Nylund, ym., 2017). Liikenteen osalta tarkastelu on rajattu autoliikenteeseen. Tieliikenteeseen kuuluvat autojen lisäksi myös kaksipyöräiset ajoneuvot (moottoripyörät ja mopot), joita ei ole huomioitu tämän työn laskelmissa. Kaksipyöräisten polttoaineen kulutus oli 48 600 tonnia vuonna 2016, eli vain noin 1,3 % tieliikenteen kokonaispolttoainemäärästä (noin 3,88 Mt) (VTT, 2016). Kaksipyöräisten käyttämä polttoaine on kokonaisuudessaan bensiiniä.

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennoissa on tarkasteltu ainoastaan CO₂:ta. Muita kasvihuonekaasupäästöjä ei ole huomioitu, koska niiden merkitys on pieni tarkasteltaessa autojen pakoputkesta tulevia päästöjä, lukuun ottamatta tiettyjä metaanikäyttöisiä autoja.

4.2. Autoliikenteen polttoaine- ja päästömäärät

Referenssiluvut

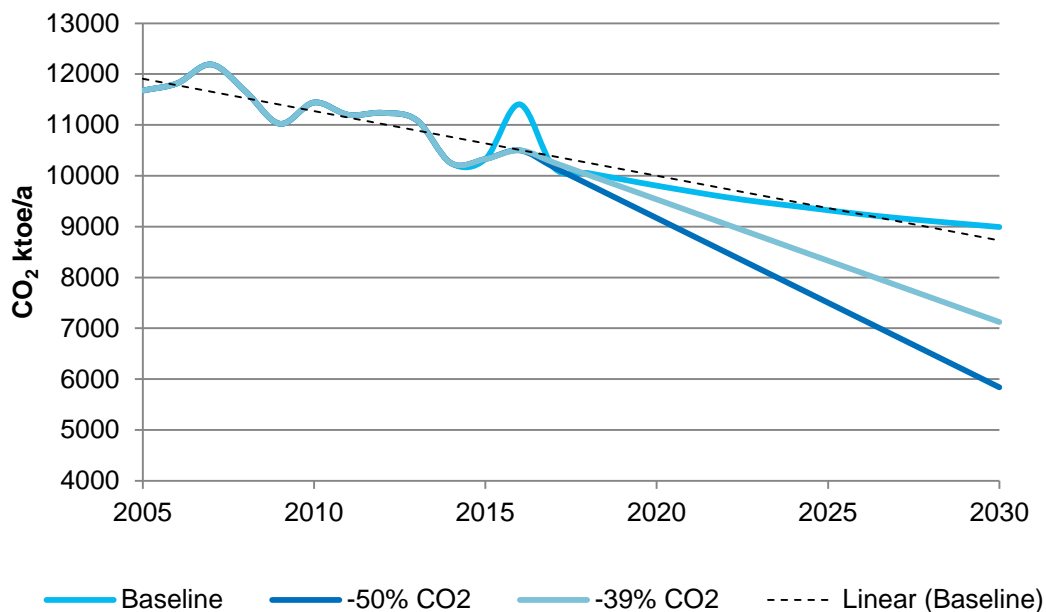
Seuraavan sivun kuvaan (Kuva 2) on esitetty ALIISA:n vuoden 2016 baseline-skenaario (perusura) autoliikenteen CO₂-päästöille ja lineaariset päästövähennykset, joiden perusteella saavutettaisiin 50 %:n ja 39 %:n CO₂-päästövähennykset vuonna 2030 verrattuna vuoden 2005 tasoon. 50 %:n päästövähennys on liikenteelle asetettu tavoite ja 39 %:n vähennys on päästökauppasektorin ulkopuoliselle toiminnalle määritetty keskimääräinen tavoiteluku. Referenssivuotena pidetään vuotta 2005, jolloin autoliikenteen CO₂-ekvivalenttipäästöt olivat 11 677 kt. Kuvassa vuotta 2016 käytetään uusimpana toteumavuotena, jolle on käytetty

tasattua päästölukua 10 500 kt CO₂-päästöjä. Vuoden 2016 toteutuneet CO₂-päästöt olivat 11 405 kt.

ALIIISA baseline-skenaarion tärkeimmät oletukset vuoden 2030 ajoneuvo- ja polttoainemääristä ovat: 120 000 sähköhenkilöautoa, 13 000 kaasuhenkilöautoa ja autoliikenteen kokonaisenergian kulutus 3 421 ktoe. Lisäksi autoliikenteen kokonaisenergian kulutuksesta 13,5 % (471 ktoe) on biopolttoaineita ja 1,1 % (37 ktoe) sähköä. Näihin oletuksiin perustuen autoliikenteen CO₂-päästöt olisivat 8 934 kt vuonna 2030. Baseline-skenaariossa vuoden 2016 kohdalla oleva piikki johtuu siitä, että vuonna 2016 tieliikenteen biopolttoaineosuus oli vain vajaa 5 %, mikä on selvästi pienempi kuin kahtena edellisenä vuotena (noin 13 %). Vuonna 2016 toteutuneet polttoainemäärät on esitelty erikseen seuraavassa taulukossa (Taulukko 3).

Vuoden 2030 50 %:n ja 39 %:n CO₂-päästövähennystavoitteet vaatisivat toteutuakseen huomattavasti enemmän päästövähennyksiä kuin ALIIISA:n baseline-skenaario. 50 %:n päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi CO₂-päästöjen pitäisi laskea 5 838 kt:n tasolle vuonna 2030. Lineaarilla päästövähennyspolulla CO₂-päästöt olisivat 9 168 kt vuonna 2020 ja 7 503 kt vuonna 2025. Vastaavasti 39 %:n tavoitteen saavuttaminen vaatisi, että CO₂-päästöt laskisivat 9 535 kt:iin vuonna 2020, 8 329 kt:iin vuonna 2025 ja 7 123 kt:iin vuonna 2030.

Kuva 2: ALIIISA:n baseline-skenaarion (2016) mukainen autoliikenteen CO₂-päästöjen kehitys sekä -39 % ja -50 %:n CO₂-päästövähennämisen saavuttamiseksi tarvittava kehitys



Taulukko 3: Vuoden 2016 toteutuneet polttoainemäärät (ALIISA-autokantamalli (VTT, 2016))

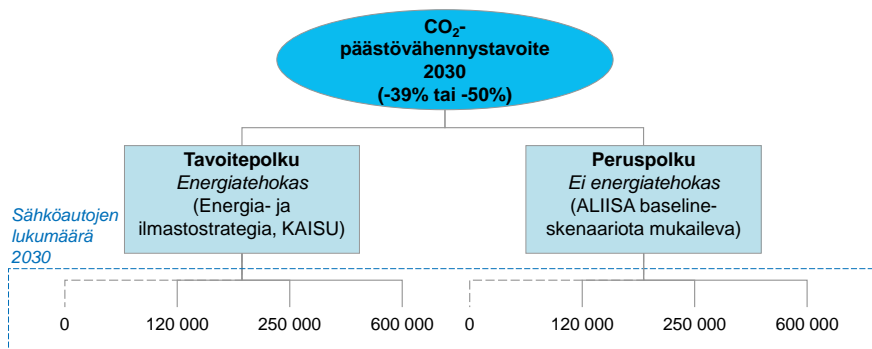
	Kulutus		Kulutus (ktoe/vuosi)
Polttoainekomponenttien kulutus 2016			
Fossiilinen bensiini	1 621 207 988	l/a	1 246
Fossiilinen diesel	2 853 582 701	l/a	2 445
Uusiutuva diesel	122 618 293	l/a	100
Etanoli	131 662 364	l/a	67
Fossiilinen kaasu	1 754 275	kg/a	2
Biokaasu	1 490 949	kg/a	2
Sähkö	9 302 890	kWh/a	1
Yhteensä			3863

CO₂-päästövähennysten saavuttamiseksi tarvittavien biopolttoainemäärien laskennan periaate

CO₂-päästövähennysten tavoittamiseksi tarvittavien biopolttoainemäärien laskennan periaate ja tarkastellut toteutuspolut on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 3). Tässä kappaleessa esitellään ainoastaan biopolttoaineiden kokonaismääriin liittyvä laskentaperiaate. Jakeluvelvoiteskenaarioiden laskenta käydään tarkemmin läpi kappaleessa 9.

Tarvittavien biopolttoainemäärien laskennassa päämuuttujia olivat energiatehokkuuden kehittyminen, tavoiteltu sähköautomäärä ja tavoiteltu CO₂-päästövähennys vuonna 2030. Polttoainemäärät laskettiin kolmelle vuodelle: 2020, 2025 ja 2030. Jokaiselle vuodelle laskettiin 16 eri toteutuspolkuskenaariota: kaksi CO₂-vähennystasoa, kaksi energiatehokkuuden tasoa ja neljä sähköautomäärää.

Kuva 3: CO₂-päästövähennysten tavoittamiseksi tarvittavien biopolttoainemäärien laskennan periaate ja skenaariot



Tulos: Tarvittava biopolttoaineiden määrä -39 %:n tai -50 %:n CO₂-päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi (käyttäen joko tavoite- tai peruspolkua eri sähköautojen lukumäärillä)

Laskennan lähtökohtana on ALIISA 2016 baseline -skenaario. ALIISA baseline -skenaarion mukaan autoliikenteen CO₂-päästöt ovat 8 934 kt vuonna 2030. ALIISA baseline -skenaarion pohjalta laskettiin arvio vuodelle 2030, jossa sekä biopolttoaineiden että sähköautojen määrä olisi nolla. Tällöin CO₂-päästöt olisivat 10 685 kt. Kyseistä lukua käytettiin laskennan lähtökohtana vähentämällä siitä fossiilisten polttoaineiden määrää siten, että KAISU:n tavoitteiden mukainen 1,6 Mt:n CO₂-päästövähennys saavutettiin. Energian kulutusmäärät ovat vastaavasti:

- ALIISA baseline (sisältäen 120 000 sähköhenkilöautoa): 3 420 ktoe
- ALIISA baseline ilman sähköautoja: 3 485 ktoe
- Energiategohokas 2030 ilman sähköautoja: 2 963 ktoe

Liikennekaasun osalta on oletettu, että vuodesta 2020 eteenpäin kaikki käytettävä kaasu on biokaasua ja kaasun käyttö kasvaa tasaisesti vuoteen 2030 ollen tuolloin 44 ktoe/a. Tämä lukema vastaa 50 000 kaasuhenkilöautoa ja kaasun käytön kaksinkertaistamista muissa ajoneuvoryhmissä ALIISA baseline -skenaarioon verrattuna.

CO₂-päästövähennystavoitteen osalta tarkasteltiin kahta tavoitetta vertailuvuoden ollessa 2005:

- -50 % CO₂-päästövähennyksiä (vuoden 2016 energia- ja ilmastostrategiassa asetettu tavoite)
- -39 % CO₂-päästövähennyksiä (Suomelle päästökauppasektorin ulkopuoliselle toiminnalle asetettu keskimääräinen tavoiteluku)

Oletus on, että kummassakin tapauksessa päästöt alentuvat lineaarisesti vuodesta 2016 vuoteen 2030

Energiategohokkuuden osalta on tarkasteltu kahta tapausta: 1) energiategohokkuus kehittyi henkilöautojen ja koko liikennejärjestelmän tasolla siten, että 1,6 Mt:n CO₂-päästövähennys saavutetaan (ts. tavoitepolku) ja 2) energiategohokkuus kehittyi ALIISA baseline -skenaarion mukaan (ei erityisiä energiategohokkuustoimenpiteitä) (ts. peruspolku). Energiategohokkaassa skenaariossa energiategohokkuuden ajatellaan parantuvan lineaarisesti aikavälillä 2017–2030. Tässä tarkastelussa sähköautoja ei katsota osaksi energiategohokkuustoimenpiteitä, vaan sähköautojen vaikutus lisätään varsinaisten energiategohokkuustoimenpiteiden päälle.

Sähköautojen osalta tarkasteltiin neljää vaihtoehtoa (luvut vuodelle 2030):

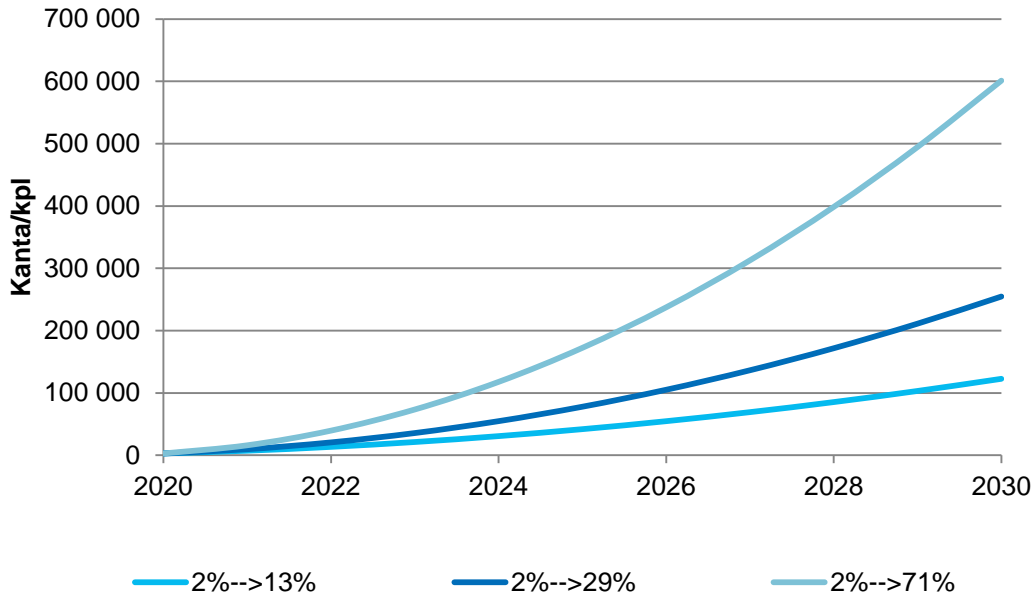
- ei lainkaan sähköautoja
- 120 000 henkilöautoa (ALIISA baseline), sähkön määrä 37 ktoe
- 250 000 henkilöautoa (KAISU), sähkön määrä 77 ktoe
- 600 000 henkilöautoa ("sähkömax" VTT:n vuoden 2016 päivitysraportista), sähkön määrä 205 ktoe

Mainittakoon, että vaihtoehto, jossa sähköautoja ei olisi lainkaan vuonna 2030, ei ole realistinen. Kyseinen vaihtoehto on otettu laskentaan mukaan vain eräänlaiseksi referenssiksi.

Henkilöautojen lisäksi sähköä kuluu jonkin verran myös muissa autoluokissa, mutta vähemmässä määrin. Yllä esitettyssä 600 000 sähköauton toteutuspolkuskenaariossa henkilöautojen sähkökulutus on 185 ktoe ja muiden autoluokkien 20 ktoe. Sähköautojen lukumäärän lisääntyessä energiategohokkuus paranee, mikä on lisänä varsinaisiin energiategohokkuustoimenpiteisiin. Laskennassa on oletettu, että 1 energiayksikkö sähköä korvaa 2,8 energiayksikköä polttoaineita. Korvautuvat polttoainemäärät ovat 120 000 sähköautoskenaariossa 104 ktoe, 250 000 skenaariossa 216 ktoe ja 600 000 skenaariossa 574 ktoe.

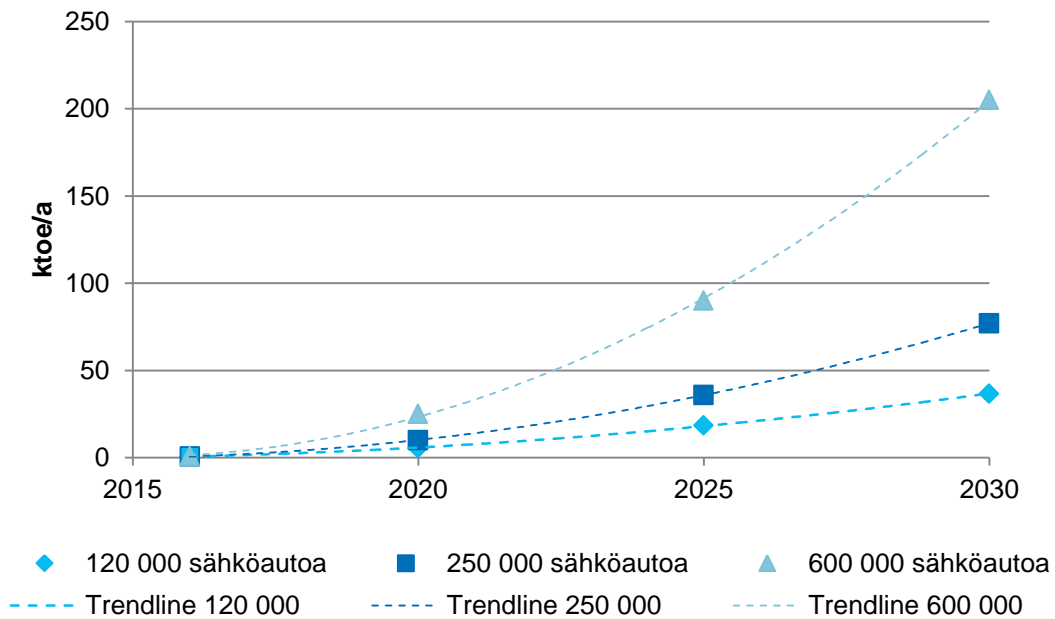
Alla olevassa kuvassa (Kuva 4) on esitetty sähköautokannan kehittyminen kohti edellä mainittuja automääriä. Myyntiosuus alkaa vuoden 2020 alhaiselta, noin 2 %:n, tasolta. Jotta 2030 saavutettaisiin 120 000 sähköhenkilöautoa, myyntiosuuden tulisi olla noin 13 % vuonna 2030. Vastaavasti 250 000 sähköautoa edellyttäisi noin 30 %:n myyntiosuutta ja 600 000 sähköautoa peräti noin 70 %:n myyntiosuutta 2030.

Kuva 4: Sähköautokannan mahdollinen kehittyminen vuoteen 2030



Vastaavasti seuraavassa kuvassa (Kuva 5) esitetty sähkön kulutuksen kehitys, jos sähköautokanta kehittyisi yllä olevassa kuvassa esitetyllä tavalla. 120 000 sähköautoskenaariossa sähkön kulutus kasvaisi vuoden 2016 0,8 ktoe tasosta 36,7 ktoe tasolle vuonna 2030. Vastaavasti 250 000 sähköautoskenaariossa sähkön kulutus kasvaisi 77,0 ktoe:iin ja 600 000 sähköautoskenaariossa 205,0 ktoe:iin vuonna 2030

Kuva 5: Sähköautokannan sähkön kulutuksen kehittyminen automäärien ollessa 120 000, 250 000 ja 600 000 vuonna 2030



Kuten aikaisemmin mainittiin, jokaiselle tarkasteluvuodelle 2020, 2025 ja 2030 laskettiin 16 eri toteutuspolkuskenaariota: kaksi CO₂-vähennystasoa, kaksi energiatehokkuuden tasoa ja neljä sähköautomäärää. Jokaisen kombinaation kohdalla biopolttoaineiden määrää lisättiin

niin, että haluttu CO₂-päästövähennystavoite saavutettiin. Koska biokaasun määrä vakioitiin (44 ktoe vuonna 2030, Kuva 6), ”säätöparametri” oli nestemäisten biopolttoaineiden määrä.

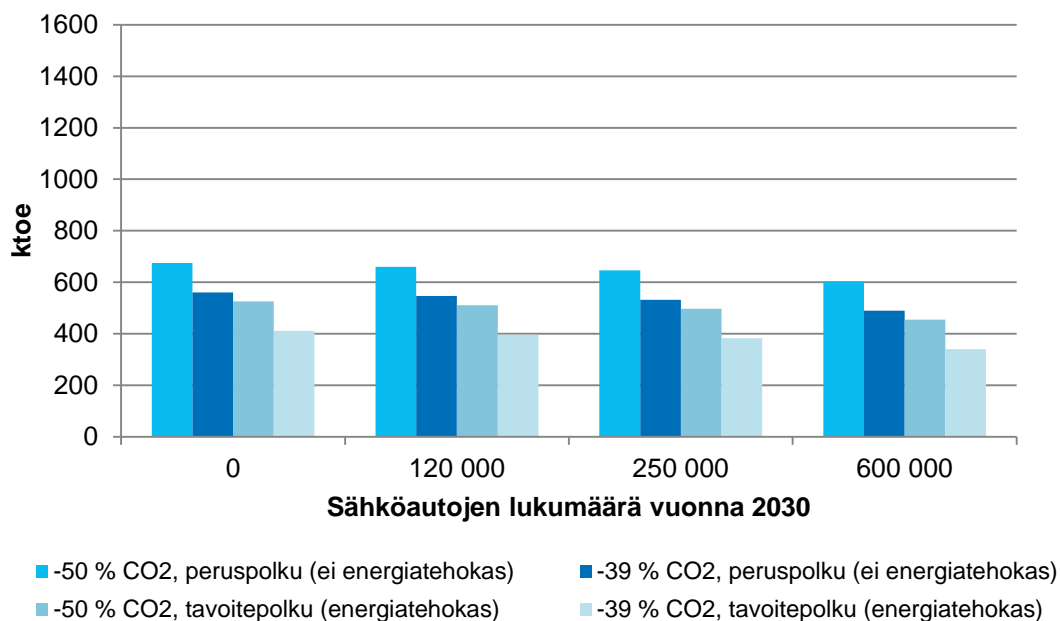
Tarkastelussa eroteltiin kaksi biopolttoainetta, etanoli ja muu biopolttoaine, joka oletusarvoisesti on uusiutuvaa dieseliä. Laskennassa oletettiin, että etanolia käytetään ainoastaan bensiinin seoskomponenttina siten, että 2020 myytävän bensiinin etanolipitoisuus on 7,5 til.-%, vuonna 2025 10 % ja vuonna 2030 15 %. Tämä edellyttää muutoksia sekä voimassa olevaan polttoaineiden laatudirektiiviin, että bensiinin EN-standardiin. Laskennassa ei huomioitu ns. flex-fuel autoja, koska käytännössä niiden tarjonta on supistunut hyvin vähäiseksi.

Muu biopolttoaine voisi periaatteessa pitää sisällään myös perinteistä FAME-tyyppistä biodieseliä polttoaineen laatudirektiivin ja polttoainenormien sallimissa puitteissa (tällä hetkellä 7 til.-%), ja myös mahdollisia bensiinin drop-in -tyyppisiä biokomponentteja.

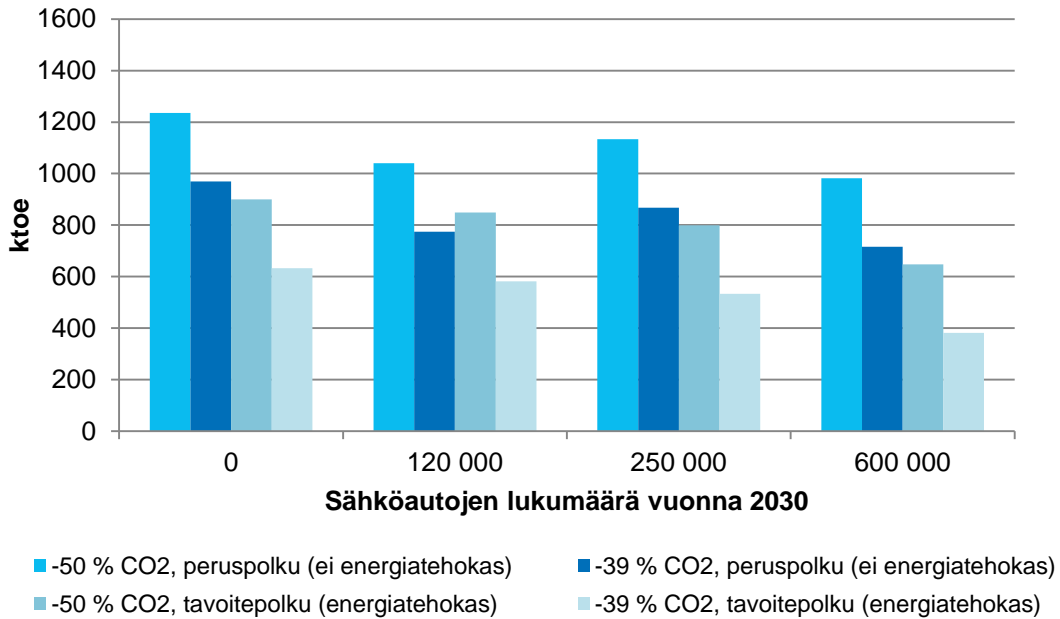
Nestemäisen biopolttoaineen määrät vuosina 2020, 2025 ja 2030

Seuraavissa kuvissa (Kuva 6, Kuva 7 ja Kuva 8) on esitetty tarvittava nestemäisten biopolttoaineiden määrä vuosina 2020, 2025 ja 2030. Kuvissa on esitetty aiemmin esitetylle neljälle sähköautoskenaariolle tarvittava biopolttoainemäärä eri CO₂-päästövähennystavoite- ja energiatehokkuusyhdistelmillä. ”Energiatehokas” viittaa energiatehokkuuden parantumiseen, kun taas vastakkaisena oletuksena energiatehokkuus ei parane (”ei energiatehokas”). Tarkastelluista biopolttoaineiden toteutuspoluista energiatehokkuuden parantuminen yhdessä -50 %:n päästövähennämisen kanssa vastaa energia- ja ilmastostrategian sekä KAISU:n tavoitteita. Kuvissa biopolttoaineiden määrä vastaa etanolin ja muun nestemäisen biopolttoaineen yhteismäärää.

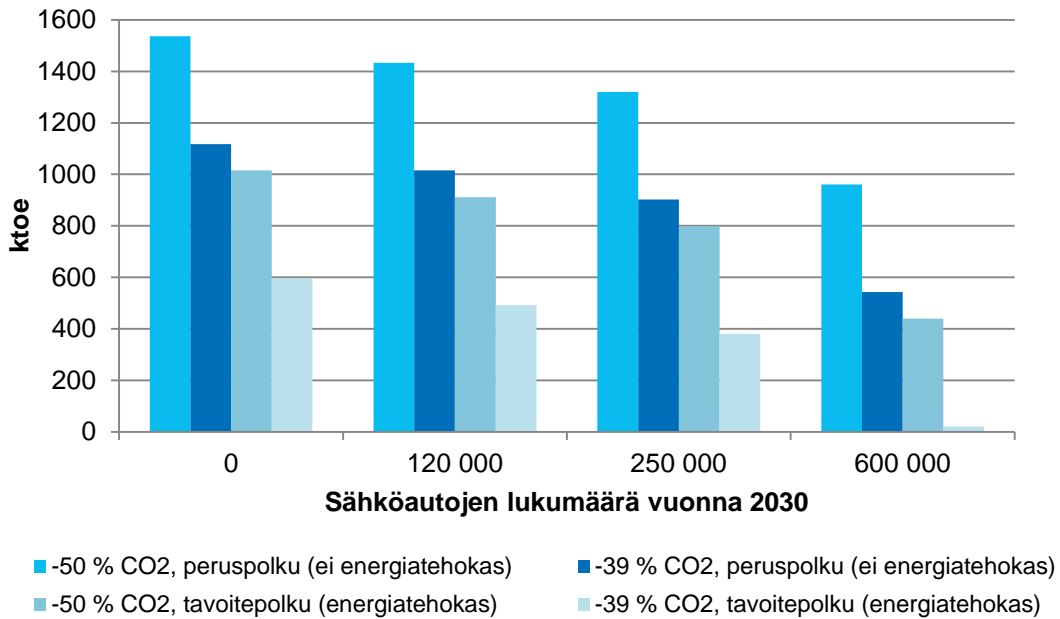
Kuva 6: Nestemäisten biopolttoaineiden tarve 2020



Kuva 7: Nestemäisten biopolttoaineiden tarve 2025



Kuva 8: Nestemäisten biopolttoaineiden tarve 2030



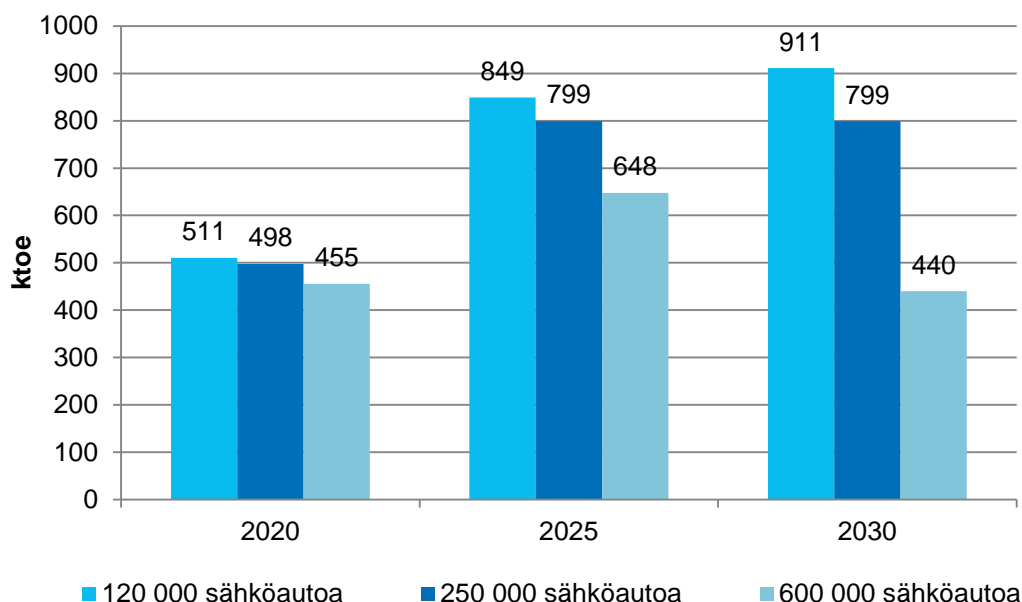
Tavoiteltaessa -50 %:n päästövähennemää vuoteen 2030 mennessä tarvittava nestemäisten biopolttoaineiden määrä vuonna 2030 olisi maksimissaan 1 537 ktOE (ei lainkaan sähköautoja, ei energiatehokkuuden parantumista) ja minimissään 440 ktOE (600 000 sähköautoa ja lisäksi parantunut energiatehokkuus). Energia- ja ilmastostrategian sekä KAISU:n mukaisessa toteutuspolkuskenaariossa (250 000 sähköautoa, 50 000 kaasuautoa, -50 % CO₂ ja parantunut energiatehokkuus) nestemäisten biopolttoaineiden tarve olisi 799 ktOE vuonna 2030 ja nestemäisten biopolttoaineiden osuus varsinaisista polttoaineista 29 %.

Jos päästövähennystavoite olisi vain -39 %, tarvittava nestemäisten biopolttoaineiden määrä vuonna 2030 olisi maksimissaan 1 118 ktOE ja minimissään 21 ktOE. Kuten -50 % päästövähennemän tapauksessa, maksimimäärä vastaa sähköautotonta skenaariota ilman energia-

tehokkuuden parantumista ja minimimäärä 600 000 sähköautoa parantuneen energiatehokkuuden kanssa. Ääritapauksessa biopolttoaineita ei siis tarvittaisi juurikaan muuta kuin laskennassa vakioitu 44 ktoe:n biokaasumäärä.

Sähköautojen hitaan käyttöönoton takia sähköautot eivät vaikuta yhtä voimakkaasti biopolttoaineiden määrään vuosina 2020 ja 2025 kuin vuonna 2030, minkä takia myös väli vuosina tarvittaisiin varsin paljon biopolttoaineita. 50 %:n päästövähennyspolulla nestemäisten biopolttoaineiden tarve olisi 675...455 ktoe vuonna 2020 ja 1 235...648 ktoe vuonna 2025. Minimiarvot vastaavat 600 000 sähköauton ja parantuvan energiatehokkuuden skenaariota ja maksimiarvot sähköautotonta skenaariota ilman energiatehokkuuden paranemista. Seuraavassa kuvassa (Kuva 9) on vielä esitetty nestemäisten biopolttoaineiden tarve eri vuosina eri sähköautopolkujen funktiona siinä tapauksessa, että energiatehokkuustoimenpiteet onnistuisivat ja -50 %:n päästövähennys saavutettaisiin vuonna 2030.

Kuva 9: Nestemäisten biopolttoaineiden tarve eri sähköautoskenaarioille vuosina 2020, 2025 ja 2030. Oletetaan, että energiatehokkuustoimenpiteet onnistuvat, -50 %:n päästövähennys saavutetaan ja käytössä on vähintään 120 000 sähköautoa vuonna 2030



4.3. Kevyen polttoöljyn käyttömäärät ja biopolttoaineseokset lämmityksessä ja työkoneissa

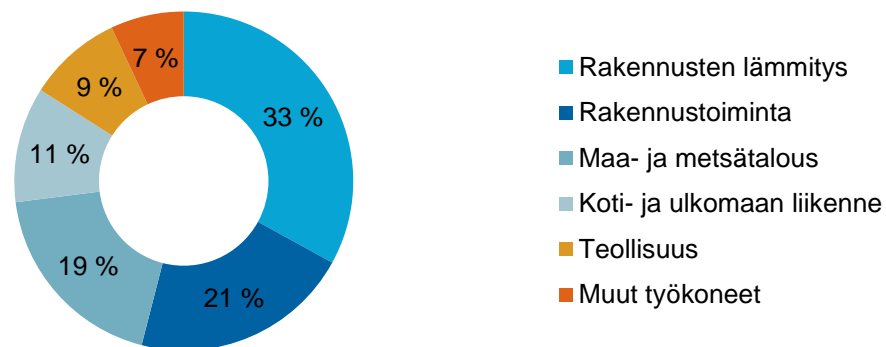
Referenssiluvut ja nykykäyttö

Kevyttä polttoöljyä myytiin Suomessa 1,582 Mt vuonna 2017. Kevyen ja raskaan polttoöljyn myynti tippui vuonna 2017 verrattuna edelliseen vuoteen. Myynnin määrä oli 0,6 % vähemmän kuin vuonna 2016. Raskaan polttoöljyn myynti oli 0,338 Mt vuonna 2017, mikä oli peräti 23 % vähemmän kuin vuonna 2016. Vuonna 2017 kevyen ja raskaan polttoöljyn myynti oli yhteensä 1,920 Mt, joka vastasi 20,5 %:a Suomen öljytuotteiden kulutuksesta. Vastaavasti moottoribensiiniä myytiin 1,440 Mt ja dieselöljyä 2, 593 Mt vuonna 2017. (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2017)

Kevyen ja raskaan polttoöljyn kulutus on laskenut voimakkaasti viime vuosikymmeninä. Kevyttä polttoöljyä kulutettiin 2,334 Mt vuonna 1995, 2,150 Mt vuonna 2000, 2,063 Mt vuonna 2005, 1,994 Mt vuonna 2010 ja 1,582 vuonna 2017. Kevyen polttoöljyn myynti laski siis 32,2 % vuodesta 1995 vuoteen 2017. Vastaavasti raskaan polttoöljyn käyttö laski 72,3 % vuodesta 1995 vuoteen 2017. Raskaan polttoöljyn käyttölukemat vuosittain olivat 1,220 Mt vuonna 1995, 1,100 Mt vuonna 2000, 1,036 Mt vuonna 2005 ja 0,886 Mt vuonna 2010 ja 0,338 Mt vuonna 2017. (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2017)

Seuraavassa kuvassa (Kuva 10) on esitetty kevyen polttoöljyn käytön jakautuminen eri sektoreille. Kevyen polttoöljyn käyttö jakautui vuonna 2016 eri sektoreiden kesken siten, että lämmitykseen siitä käytettiin n. 33 % eli 525 139 tonnia (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2018a). Kuvassa kategoria maa- ja metsätalous sisältää kuivurit, maatalouskoneet, kasvihuoneet ja metsätyökoneet. Ryhmä koti- ja ulkomaanliikenne sen sijaan koostuvat vesiliikenteestä ja rautateistä. Erillinen sähköntuotanto, muu sähkön ja lämmön tuotanto ja teollisuuskäyttö on sisällytetty kategoriaan teollisuus.

Kuva 10: Kevyen polttoöljyn käyttö vuonna 2016 käyttäjäryhmittäin (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2018a)



Kevyen polttoöljyn laatuvaatimukset vaihtelevat maa- ja tapauskohtaisesti. Suomessa kevyen polttoöljyn tulee täyttää SFS 5968 standardin laatuvaatimukset (rikkipitoisuus < 0,1 %). Työkoneissa käytetyn kevyen polttoöljyn sen sijaan tulee täyttää eurooppalaisen dieselpolttoainestandardin EN 590 vaatimukset (rikkipitoisuus < 10 ppm).

Rikittömällä polttoöljyllä on verohuojennus. Verohuojennus yhdistettynä yhteisen logistiikan tuomiin etuihin on johtanut siihen, että käytännössä kaikki Suomessa käytettävä kevyt polttoöljy, käyttökohteesta riippumatta, täyttää dieselpolttoaineen EN 590 standardin. Lievemmin verotettuun kevyeen polttoöljyyn lisätään tunnistusaineita, kuten punaista väriä, sen erottamiseksi liikennepolttoaineena raskaammin verotetusta dieselöljystä.

Öljylämmitys

Öljylämmityksen trendejä

Öljy- ja biopolttoaineala ry kuvaa lämmitysöljyn käyttöä seuraavasti (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2018c):

”Lämmitysöljy on kevyttä polttoöljyä. Sen lämpöarvo on korkea ja se palaa polttimessa hyvällä hyötysuhteella: nykyaikainen öljykattila pystyy käyttämään hyödyksi 95 % lämmitysöl-

jyn energiasta. Hyvä hyötysuhde merkitsee alhaisempia päästöjä. Suomessa käytetään rikitöntä kevyttä polttoöljyä, jonka valmistevero on matalampi. Tuote soveltuu myös kaikkein kehittyneimpien lämmityskattiloiden polttoaineeksi.

Lievemmin verotettuun kevyeseen polttoöljyyn on lisätty tunnistusaineita, mm. punaista väriä, sen erottamiseksi liikennepolttoaineena raskaammin verotetusta dieselöljystä.

Keskivertotalon öljynkulutus pienentynyt

Keskimääräisen öljylämmitystalon (150 m²) öljyn kulutus on 2000-luvun aikana pudonnut 2900 litrasta 2300 litraan 10 vuodessa. Tähän on päästy öljylämmityskiinteistöjen energiatehokkuutta parantaneilla kattilanvaihoilla ja muilla remonteilla.

Vain noin kolmasosa kevyestä polttoöljystä lämmitykseen

Vain noin kolmasosa kevyen polttoöljyn kokonaiskulutuksesta menee rakennusten lämmitykseen. Öljylämmitteisiä pientaloja arvioidaan olevan noin 190 000. Niiden öljynkulutus on noin 460 miljoonaa litraa vuodessa, mikä on vajaat 2 % Suomen kokonaisenergiankulutuksesta.

Pääosa kevyestä polttoöljystä käytetään teollisuudessa, rakennustoiminnassa ja maa- ja metsätaloudessa. Teollisuus käyttää kevyttä polttoöljyä kuivaus-, sulatus- ja polttouuneissa sekä tilapäisissä ja siirrettävissä lämmitys- ja kuivauslaitteissa. Maa- ja metsätalouden ja rakennustoiminnan koneissa ja laitteissa kevyttä polttoöljyä käytetään lähinnä dieselmootoreiden polttoaineena tealueen ulkopuolella.

Öljysäiliössä pitkän ajan energiavarasto

Öljylämmittäjällä on öljysäiliössään pitkään riittävä energiavarasto. Tavallisen omakotitalon tai muun pientalon säiliöön öljyä tilataan eli säiliö täytetään yleisesti vain kerran tai kaksi vuodessa.”

Energiatehokkuuden parantamiseksi alan toimijat sekä viranomaiset ovat toteuttaneet useita energiatehokkuusohjelmia 1990-luvulta lähtien. Uusin ohjelma ”Höylä IV - Lämmitys- polttonesteiden jakelutoiminnan energiatehokkuussopimus” koskee vuosia 2017 - 2025 (Motiva Oy, 2018). Sopijaosapuolina ovat Työ- ja elinkeinoministeriö, Ympäristöministeriö, Energiavirasto sekä Öljy- ja biopolttoaineala ry, Lämmitysenergiayhdistys ry sekä lämmitys- polttonesteitä toimittavat kolme yhtiötä.

Sopimuksen tavoitteena on varmistaa, että kansallisissa energia- ja ilmastopoliittisissa linjauksissa asetetut tavoitteet sekä energiatehokkuusdirektiivin, rakennusten energiatehokkuusdirektiivin sekä uusiutuvan energian edistämisestä annetun direktiivin mukaiset velvoitteet saavutetaan. Sopimuksen tavoitteena on myös muun muassa lisätä uusiutuvan energian käyttöä öljylämmityksessä siten, että öljylämmityskiinteistöissä käytetään vähintään 50 % uusiutuvaa energiaa vuonna 2025. Tämä voidaan saavuttaa yhdistämällä uusiutuvien energiamuotojen, kuten kestävästi tuotettujen bionesteiden, auringon, puun tai lämpöpumppujen, käyttö taloudellisesti ja ympäristövaikutusten kannalta hyödyllisellä tavalla jo käytössä oleviin öljylämmitysjärjestelmiin. Eri lämmitysmuotojen yhteiskäytöt, niin sanotut hybridijärjestelmät, yleistyvät etenkin öljykattilan vanhentuessa tai saneeraustoimien yhteydessä. Öljyn käyttöön voidaan yhdistää aurinkokennoja, lämpöpumppuja, maalämpöä, kiinteiden biopolttoaineiden ja pellettien sekä muiden vastaavien energialähteiden käyttöä. Tyypillisen

vanhan öljylämmitystalon kattila-, säiliö- ja putkistousinta maksaa useita tuhansia euroja, jolloin pienituloisille omistajille se ei ole usein realistinen investointi.

Biopolttonesteiden käyttökokeista ja 10 %:n sekoitevelvoite lämmityksessä

Fossiiliseen kevyeen polttoöljyyn sekoitettuja biopolttonesteitä on kokeiltu jo lähes kymmenen vuotta eri hankkeissa. Alan toimijat päättivät sekoittaa 2 % bionesteitä vuonna 2009, ja vuoteen 2016 mennessä tavoite oli nostaa se 10 %:iin kokonaiskulutuksesta (Tekniikka & Talous, 2008).

Tavoite ja toteutus liittyivät osana valtiovallan ja toimijoiden yhteiseen Höylä III energiatehokkuusohjelmaan. Aiempien 10 vuoden kuluessa öljylämmitystaloissa oli tehty kattilanvaihtoja ja muita uudistuksia, joiden avulla oli säästetty jo noin 830 miljoonaa litraa öljyä. Määrä vastasi Öljyalan palvelukeskuksen mukaan 250 000 keskivertopientalon vuotuista öljynkulutusta. Samalla oli vähennetty hiilidioksidi- ja muita päästöjä. Kampanja toteutui biopolttonesteiden määriä kasvattavana vuoteen 2011 asti, jolloin toteutui 4 %:n sekoitusmäärä. Sen jälkeen toiminta väheni joidenkin toimijoiden poistuessa kokeilusta, ja vuonna 2013 ei biopolttonesteitä enää juuri sekoitettu markkinoilla kevyeen polttoöljyyn.

Alalla suoritettiin pitkäaikaiskokeita bionesteiden sekoittamisesta polttoöljyyn lämmityskauden yli vuosina 2008 - 2010. (Suomen Lämmitystieto Oy, 2010) Kokeissa käytettiin 30 pientalossa bionesteitä eri seossuhteissa aina 10 %:n seokseen asti. Tuotteina olivat perinteinen biodiesel FAME eli rasvahappometyyliesteri sekä HVO vetykäsitelty kasviöljypohjainen uusiutuva parafiininen diesel/kevyt polttoöljy. Kokeissa koeöljyjen palamisesta saadut mittaus tulokset vastasivat tavallisen lämmitysöljyn palamisen tuloksia. Palamisjäännösten kertyminen käytettyihin polttoainemääriin nähden oli tavanomaista, eikä niiden olomuoto poikennut tavallisen lämmitysöljyn palamisjäännöksistä. Säästöjen pysyvyys oli tavanomainen, eikä tutkimuksen aikana ilmennyt tarvetta olennaisiin muutoksiin.

Laboratoriotutkimuksissa ja -seurannassa todettiin öljyjen käyttöominaisuuksien pysyneen hyväksyttävissä rajoissa. Olennaisesti haitallisia muutoksia ei ilmennyt. Sen sijaan joissakin säiliöissä aikaisemmin olleet epäpuhtaudet ja varsinkin säiliössä oleva vesi saattoivat olla myötävaikuttamassa haitallisiin muutoksiin. Säiliöiden puhdistaminen suositusten mukaisesti 5 - 10 vuoden välein on aina suositeltavaa.

Kokeissa havaittujen varastointiongelmien vuoksi päädyttiin kuitenkin suosittamaan HVO-tyyppisiä bionesteitä. Vaihtoehtoisesti FAME:n käytön tulee olla lyhytaikaista, eikä sen käyttöä suositella talviaikana todettujen varastointiriskien vuoksi.

Kuluttajien suhtautuminen biokomponenttia sisältävään lämmitysöljyyn

Lämmöllä lehti (Öljyalan Palvelukeskus Oy, 2018) julkaisi 1/2018 numerossaan katsauksia bionesteiden sekoituskäytöstä kevyeen polttoöljyyn. Taustalla oli Kaisun vuoden 2030 ohjelmassa esitetty 10 %:n sekoitusvelvoite. Lehden toteuttaman lukijakyselyn pohjalta 60 % olivat halukkaita käyttämään biolämmitysöljyä, ja 40 % olivat valmiita maksamaan siitä enimmillään 0,85 - 1,00 euroa litralta. Kyselyn aikaan lämmitysöljyn keskihinta oli 0,86–0,90 €/l.

Nykyinen poltintekniikka soveltuu biopolttonesteille tavoitelluissa seoksissa. Huollon yhteydessä tarvitaan korkeintaan palamisen hienosäätöä. Lehdessä esiteltiin myös öljylämmityksen rinnalle eri hybridiratkaisuja. Ilma-vesilämpöpumpun asentaminen öljylämmityksen rinnalle leikkaa energialaskua merkittävästi ja vuotuinen säästöpotentiaali on 40–60 %. Inves-

toinnin suuruus olisi 8 000–12 000 euroa. Erään muutosinvestoinnin toteuttaja odotti jopa 70 %:n säästöä öljynkulutukseen. Öljykattilan vaihtoa tai laajempaa saneerausta aletaan suunnitella normaalisti, kun kattilan ikä on yli 25 vuotta.

Moottorikäyttö

Kevyestä polttoöljystä merkittävä osa käytetään työkoneissa. Uusimmat työkoneet on varustettu kehittyneillä pakokaasujen jälkikäsitteilyjärjestelmillä, sisältäen niin katalyysaattoreita kuin hiukkassuodattimia. Moottoreiden ja pakokaasun jälkikäsitteilylaitteiden toimivuuden ja kestävyuden takia on tärkeää, että koneissa käytetään korkealaatuista, tavanomaisen dieselpolttoaineen laatuvaatimukset täyttävää polttoainetta. Koska logistisesti ei ole tarkoituksenmukaista eriyttää lämmitys- ja moottoripolttoöljyä, ja koska rikitön kevyt polttoöljy saa verohuojennuksen, Suomessa käytetään edellä selostetun mukaisesti käytännössä vain EN 590 dieselpolttoainestandardin täyttävää kevyttä polttoöljyä.

EN 590 standardi sallii enimmillään 7 % FAME biodieseliä. Korkeampia bio-osuuksia tavoiteltaessa on käytettävä HVO-tyyppistä parafiinista uusiutuvaa dieselillä, jonka käyttö on mahdollista aina 100 %:n seoksiin asti. Parafiiniselle dieselpolttoaineelle on oma EN 15940 standardi. Dieselmoottorien polttoaineiden laatuvaatimuksia on käsitelty laajemmin kappaleessa 5.2

Biokomponenttia sisältävän kevyen polttoöljyn logistiikka ja hinta

Jos biokomponentteja sisältävä kevyt polttoöljy tuodaan jossain vaiheessa markkinoille, sen täytyy olla hyödynnettävissä eri käyttökohteissa, niin lämmitys- kuin moottorikäytössä. Logistiset syyt ajavat siihen, ettei pelkästään lämmitystä varten voida alkaa kannattavasti valmistaa omaa tuotetta. Kuluttajien tulee olla tarkkana myös kesä- ja talvilaatujen käytössä ja varastoinnissa. Kesälaatu tuo talvella käyttöongelmia etenkin, jos öljyvarasto ja -putkisto ovat ulkotiloissa.

HVO-tyyppinen uusiutuva dieselpolttoaine on laadullisesti parempaa kuin normaali EN 590 dieselpolttoaine. HVO-polttoaine omaa esim. erittäin hyvät syttymisominaisuudet (korkea setaaniluku), ja se alentaa moottorikäytössä sekä typenoksidi- että hiukkaspäästöjä tavanomaiseen dieselpolttoaineeseen verrattuna. Lämmityskäytössä HVO ei kuitenkaan tuo merkittäviä etuja itse palamistapahtumaan, ja näin ollen osa hyvistä ominaisuuksista jää hyödyntämättä. Edellä selostetun mukaisesti HVO:n merkittävä etu lämmityskäytössä perinteiseen biodieseliin (FAME) verrattuna on ylivoimainen varastoitavuus.

Hinnaltaan kaikki biopoltonesteet ovat kalliimpia kuin veroton fossiilinen kevyt polttoöljy. Fossiilisten polttoöljyjen ja moottoripolttoaineiden verottomat hinnat ovat lähellä toisiaan, erot ovat usein noin 5-10 %:n suuruusluokkaa, mitkä johtuvat rikkipitoisuuseroista. Raakaöljyn hinnan heilunta on viime vuosina ollut selkeästi suurempaa. Kuluttajahinnasta verot muodostavat moottoripolttoaineilla merkittävimmän ja kevyessä polttoöljyssä merkittävän osan. Ehdotetun 10 %:n sekoitusvelvoitteen hintavaikutuksia kuluttajille on lähemmin tarkasteltu tämän raportin kappaleessa 10.

Kevyen polttoöljyn kesälaadun kuluttajahinta oli 15.5.2018 Öljy- ja biopolttoaineala ry:n tilastojen mukaan kuluttajan säiliöön toimitettuna 101,9 senttiä litralta, josta verojen ja veroluonteisten maksujen osuus oli 44,1 senttiä/l ja veroton hinta oli 57,8 senttiä/l. Vuoden 2017 kuukausittaisilla myyntimäärillä painotettu kevyen polttoöljyn keskihinta oli 88,2 senttiä/l,

josta verojen osuus oli 39,9 senttiä/l. (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2018b). Rikittömällä polttoöljyllä on 2,65 snt:in veroetu 1000 ppm rikkiä sisältävään laatuun verrattuna.

Verottoman HVO-laatuisten biopolttoöljyn veroton hinta on suuruusluokaltaan kaksinkertainen fossiiliseen öljyyn nähden. Hintaa tasaa hieman tuplalaskettavan biopohjaisen polttoöljyn veroetu, joka on 16,54 snt tavanomaiseen rikittömään polttoöljyyn verrattuna. Biopolttoöljyn hintaoletuksia vuosina 2020, 2025 ja 2030 on lähemmin tarkasteltu raportin kappaleessa 8.2.

Kevyen polttoöljyn biopolttoainemäärät

Lämmityksessä ja työkoneissa käytettävälle kevyelle polttoöljylle tavoitellaan bionesteiden 10 % sekoitusvelvoitetta vuonna 2030. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4) on esitetty lämmityksessä ja työkoneissa käytettävien polttoaineiden tilastoidut käyttömäärät vuosina 2010 ja 2014 sekä arviot käyttömääristä vuonna 2030. Vuoden 2030 arvioidut käyttömäärät ovat Energian- ja ilmastostrategian mukaisia arvioita. Bionesteiden 10 %:n sekoitusvelvoite tarkoittaisi, että lähinnä HVO-laatuisten bionesteiden tarve olisi lämmityksessä 34 ktoe ja työkoneissa 69 ktoe eli yhteensä 103 ktoe vuonna 2030 (Taulukko 4). Vastaava kasvihuonekaasujen vähenemä olisi 325 500 t CO₂/a (dieselöljyn päästökerroin 3,16 t CO₂/toe).

Taulukko 4: Kevyen polttoöljyn käyttömäärät ja arviot vuodelle 2030 (WAM skenaario esitetty yksityiskohtaisemmin energia- ja ilmastostrategiassa (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017))

	Tilasto			Vuoden 2030 käyttömäärät		
	2010 (TWh)	2014 (TWh)	Baseline (TWh)	WAM (TWh)	Baseline (ktoe)	WAM (ktoe)
Lämmitys						
Lämmitys POK F	9,0	7,0	4,0	3,6	344	310
Lämmitys bio	0,2	0,0	0,0	0,4	0	34
Yhteensä	9,2	7,0	4,0	4,0	344	344
Bio-osuus	1,8 %	0,0 %	0,0 %	10,0 %	0 %	10 %
Työkoneet						
M&M POK F	2,9	3,0	2,2	1,9	189	163
Muut POK F	5,2	5,1	5,5	5,0	473	430
M&M bensiini F	0,1	0,1	0,1	0,1	9	9
Muut bensiini F	0,9	0,9	0,8	0,8	69	69
Työkoneet bio	0,3	0,1	0,0	0,8	0	69
Yhteensä	9,4	9,2	8,6	8,6	739	739
Bio-osuus	3,2 %	1,1 %	0,0 %	10,0 %	0 %	10 %
Fossiilinen yhteensä	18,1	16,1	13,0	12,0	1083	1014
Bio yhteensä	0,5	0,1	0,0	1,0	0	103
Fossiilinen + bio yhteensä	18,6	16,2	13,0	13,0	1083	1117

5. POLTTOAINESTANDARDIT JA NIIDEN MAHDOLLISTAMA BIOPOLTTOAINEIDEN KÄYTTÖ

Biopolttoaineen jakeluvuorituksen tulee ensisijaisesti perustua siihen, että tieliikenteen vaaditut biokomponenttimäärät voidaan sisällyttää voimassa olevien direktiivien ja polttoainestandardien puitteissa normaaleihin kauppalaatuisiin polttoaineisiin. Korkeiden päästövähennystavoitteiden vuoksi drop-in polttoaineiden käyttö korostuu, koska matalaseos-polttoaineilla ei saavuteta annettuja tavoitteita.

Tieliikenteessä ohjaavat säännöt ja dokumentit hierarkiajärjestyksessä ovat:

- 1) polttoaineiden laatudirektiivi 2009/30/EY*
- 2) eurooppalaiset EN-polttoainestandardit*
- 3) auto- ja moottorivalmistajien Worldwide Fuel Charter*

Polttoaineiden laatudirektiivi rajoittaa etanolin pitoisuutta bensiinissä (maks. 10 til.-%, E10) ja perinteisen FAME-tyyppisen biodieselin pitoisuutta dieselpolttoaineessa (maks. 7 til.-%, B7). Samat rajat esiintyvät myös bensiinin (EN 228) ja dieselpolttoaineen (EN 590) standardeissa. HVO-tyyppiselle dieselkomponentille laatudirektiivissä ei ole rajoitteita. Käyttöominaisuuksiltaan HVO-tyyppinen polttoaine on selvästi parempaa perinteiseen FAME-tyyppiseen biodieseliin verrattuna.

Voidaan olettaa, että bensiinin sallittu etanolipitoisuus tulee nousemaan tasolle 20–25 %. Tietyissä tapauksissa korotettujen FAME-pitoisuuksien (10, 20 ja 30 %) käyttö on mahdollista. FAME:n kohdalla kylmäkäyttö voi kuitenkin olla haasteellista. Myös erikoispolttoaineiden käyttö on mahdollista (esim. korkeaseosetanoli, 100 % FAME, 100 % HVO, korkeaseosetanoli), mutta käyttö edellyttää yleensä ajoneuvomodifikaatioita (vähintäänkin kalibrointimuutoksia) ja pakokaasuhyväksyntää käytettävälle polttoaineelle.

Tarkastelu osoittaa, että päästövähennysten saavuttamiseksi tarvittavien biopolttoainemäärien käyttö on mahdollista myös nykyisenlaisella ajoneuvokannalla. Lisäksi tarkastelut osoittavat, että 50 %:n CO₂-päästövähennemän saavuttaminen onnistuu kaupallisten nestemäisten biopolttoaineiden käytöllä voimassa olevien bensiinin ja dieselin EN-normien puitteissa. Laskelmassa on oletettu lähtökohtaisesti, että biometaanin määrä on 44 ktoe vastaten 50 000 kaasuhenkilöauton kulutusta ja kaasun lisääntyvää käyttöä rakkaassa kalustossa.

Kevyelle polttoöljylle ei ole yhteiseurooppalaista laatustandardia, ja suomalainen standardi määrittelee lähinnä lämmitysöljyn rikkipitoisuudet. Standardissa ei ole rajoitteita biokomponenttien käytölle. Myöskään moottoripolttoöljylle ei ole eurooppalaista standardia, mutta moni moottorinvalmistaja vaatii EN 590 -standardin mukaista polttoainetta.

Lämmityskäytössä HVO ei tuo etuja FAME:en verrattuna itse palamisen kannalta, mutta kylläkin varastoitavuuden ja käyttövarmuuden osalta.

5.1. Yleistä

Biopolttoaineen jakeluvaihteen tulee ensisijaisesti perustua siihen, että vaaditut biokomponenttimäärät voidaan sisällyttää voimassa olevien direktiivien ja polttoainestandardien puitteissa normaaleihin kauppalaatuisiin polttoaineisiin (benssiini ja dieselpolttoaine). Tietyt polttoaineet, mm. korkeaseosetanoli ja biometaani, edellyttävät erikoisrakenteisia ajoneuvoja. Sataprosenttinen perinteinen biodiesel (FAME) ja sataprosenttinen uusiutuva diesel (HVO) saattavat edellyttää moottorin kalibrointien muuttamista. FAME saattaa lisäksi edellyttää pienempiä teknisiä modifikaatioita (esim. tehostettu polttoaineen suodatus) ja tiheä huoltoväliä. Euroopassa FAME:a käytetään myös 10 %:n (B10, yleinen käyttö mahdollinen kansallisella päätöksellä), 20 %:n (B20) ja 30 %:n (B30) pitoisuuksina (B20 ja B30 rajatuissa sovelluksissa). Lämmityskäytössä korkeaseosteiset biopolttoaineet, niin FAME:en kuin HVO:hon perustuvat, saattavat edellyttää polttimien säätöä.

5.2. Tieliikenne

Polttoainestandardit

Tieliikenteessä ohjaavat säännöt ja dokumentit hierarkiajärjestyksessä ovat: 1) polttoaineiden laatudirektiivi 2009/30/EY, 2) eurooppalaiset EN-polttoainestandardit ja 3) auto- ja moottorivalmistajien Worldwide Fuel Charter (ACEA, 2013).

Polttoaineiden laatudirektiivi määrittelee pakokaasupäästöjen kannalta tavanomaisen benssiinin ja dieselin keskeisimmät polttoaineparametrit. Eurooppalaisia polttoainestandardeissa on määritetty laatuvaatimukset muun muassa benssiinille, dieselille, parafiiniselle dieselille ja FAME-biodieselille. Standardit sisältävät myös polttoaineiden toiminnallisuutta määritteleviä parametreja. Worldwide Fuel Charter eroaa direktiivistä ja standardeista siinä mielessä, että dokumentissa on määritetty niin sanottu valmistajien ”toivelista” polttoaineiden laadusta. Dokumentissa on myös eritelty polttoainevaatimukset pakokaasunormien haastavuuden mukaan.

Polttoaineiden laatudirektiivi määrittelee tavanomaiselle dieselille kuusi parametria: seetaaniluku, tiheys, tislauksen loppupiste, polysykliset aromaattiset hiilivedyt, rikkipitoisuus ja FAME-yhdisteiden pitoisuus. FAME:n sallittu maksimipitoisuus dieselissä on 7 til.-%. Rajoituksella halutaan taata FAME:a sisältävän polttoaineen toimivuus kaikissa ajoneuvoissa. FAME saattaa aiheuttaa muun muassa kylmäkäyttöongelmia ja moottoriöljyn polttoaineen laimentumista. Lisäksi FAME:ssa epäpuhtauksina esiintyvät fosfori, kalium ja natrium saattavat haitata jälkikäsitelystä toimintaa tai myrkyttää pakokaasukatalysaattorit.

Polttoaineiden laatudirektiivin taustaosassa mainitaan FAME:n pitoisuusrajasta seuraavasti:

”Dieselin rasvahapon metyyliesterin (FAME) pitoisuusraja vaaditaan teknisistä syistä. Tällaista rajaa ei vaadita kuitenkaan muilta biopolttoaineiden komponenteilta, kuten puhtailta dieselin kaltaisilta hiilivedyiltä, jotka tehdään biomassasta käyttämällä Fischer-Tropsch -prosessia tai vetykäsiteltyä kasviöljyä.”

Benssiinin osalta polttoaineiden laatudirektiivi määrittelee 18 parametria. Osa näistä liittyy happea sisältäviin biokomponentteihin (oksygenaatteihin). Näitä parametreja ovat höyrynpaine, happipitoisuus ja yksittäisten oksygenaattien maksimipitoisuudet.

Oksygenaatit muuttavat polttoaineen höyrystymiskäyttäytymistä. Ongelmana saattaa olla kesälaatuksen bensiinin liian korkea höyrönpaine. Polttoaineen happipitoisuus on rajoitettu maksimissaan 3,7 paino-%:iin, jotta palotapahtuman stoikiometria ei muuttuisi liikaa. Etanolin maksimipitoisuus on rajoitettu 10 til.-%:iin polttoainejärjestelmien korroosion ja seoksen liiallisen laihentumisen estämiseksi. 10 til.-% etanolia vastaa edellä mainittua 3,7 paino-%:n happipitoisuutta.

Kuten edellä todettiin, eurooppalaiset polttoainestandardit täydentävät polttoaineiden laatu-direktiiviä muun muassa toiminnallisilla parametreilla kuten kylmäominaisuus- ja korroosioparametreilla. Etanolin osalta bensiinin EN 228 standardi ja FAME:n osalta dieselin EN 590 standardi noudattavat laatudirektiivin rajoitteita. Autonvalmistajat saattavat edellyttää EN-standardien mukaisten polttoaineiden käyttöä, jotta takuehdot olisivat voimassa.

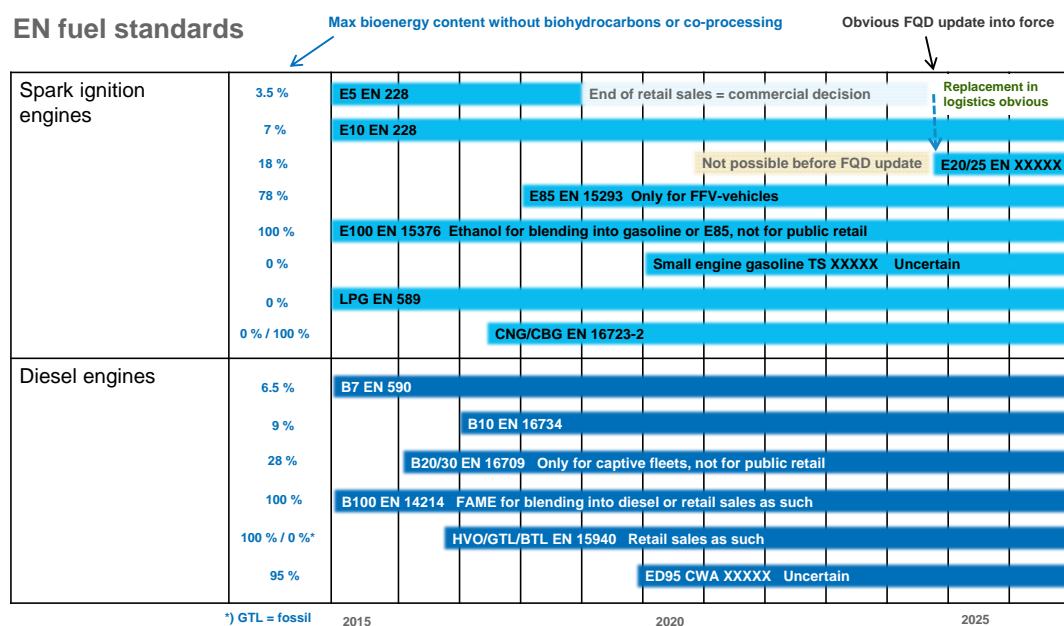
Alla olevassa kuvassa (Kuva 11) on yhteenveto eurooppalaisista polttoainestandardeista ja niiden mahdollisista kehityssuunnista. Biopolttoaineiden kannalta keskeisimmät standardit ovat:

- Tavanomainen bensiini: EN 228
- Etanoli polttoainekomponenttina: EN 15376
- Tavanomainen diesel: EN 590
- FAME seoskomponenttina ja sellaisenaan: EN 14214
- Parafiininen diesel sellaisenaan: EN 15940

Lisäksi on standardoitu erikoispolttoaineita, jotka eivät ole polttoaineiden laatudirektiivin alla:

- FFV-autojen korkeaseosetanoli: EN 15293
- FAME-polttoaineet B10 (EN 16734) ja B20/30 EN 16709

Kuva 11: EN-polttoainestandardien yhteenveto (Mikkonen & ym., 2018)



Komission eri direktoraattien toimeksiannosta Euroopan standardisointikomitea CEN toteuttaa projektia, joka tähtää polttoainestandardien päivittämiseen (CEN, 2018). Käytännössä hankkeesta vastaa Hollannin standardisointiorganisaatio NEN. Hankkeessa "Engine tests

with new types of biofuels and development of biofuel standards” on neljä alatehtävää, joista kolme liittyy suoraan polttoainestandardien päivittämiseen:

- 1) *E20/25 petrol fuel*
 - o Bensiinin etanolipitoisuuden nosto (nielun kasvattaminen)
- 2) *Petrol use in CI engines*
 - o Lääkkeitä bensiinin ja dieselin kysynnän epätasapainoon
 - o Hyvin kaukana varsinaisesta standardointityöstä
- 3) *Stability and robustness of actual FAME*
 - o FAME-polttoaineiden käytännön toimivuuden varmistaminen
 - o Painopiste B7-polttoaineessa, mutta samalla valmistautuminen korkeampiin FAME-pitoisuuksiin
- 4) *BTL and HVO drop-in blends' effects*
 - o Tavoitteena mahdollistaa korkeammat parafiinisten komponenttien pitoisuudet EN 590 dieselpolttoaineessa (nielun kasvattaminen)

Edellä kerrotun mukaisesti bensiinin maksimi etanolipitoisuus on tällä hetkellä 10 til.-% (E10). E10-bensiinissä etanolin energiaosuus on noin 7 %. Bensiinin etanolipitoisuuden nosto edellyttäisi Nesteen polttoaineasiantuntijan Seppo Mikkosen mukaan myös polttoaineiden laatudirektiivin päivitystä (Mikkonen & ym., 2018). Teknisessä mielessä uusien autojen kohdalla etanolipitoisuuden nostaminen tasolle 20 % ei aiheuttane ongelmia.

FAME:n käyttö dieselpolttoaineen komponenttina on aiheuttanut paljon kylmäkäyttö- ja suodatinongelmia. Käynnissä olevan CEN-työn painopiste on testausmenetelmien parantamisessa B7-polttoaineen toiminnallisuuden varmistamiseksi, ei ensisijaisesti EN 590-polttoaineen FAME-pitoisuuden nostamisessa.

Kuten aiemmin tässä työssä esitetystä polttoaineiden laatudirektiivin tekstistä käy ilmi, parafiinisten komponenttien rajoittamiselle tavanomaisessa dieselpolttoaineessa ei ole tarvetta. EN 590 -standardissa on kuitenkin asetettu tavanomaiselle dieselille tiheyden minimiarvot: 820 kg/m³ kesälaatuiseelle polttoaineelle ja 800 kg/m³ talvilaatuiseelle polttoaineelle. Polttoaineen tiheys vaikuttaa lähinnä volymetriseen polttoaineen kulutukseen ja moottorista saatavaan maksimitehoon. Vetykäsittelyn kasviöljyn (HVO) tyyppillinen tiheys on 780 kg/m³, joten EN 590 tiheysvaatimus rajoittaa tavanomaisen dieselpolttoaineen HVO-pitoisuutta. Jos tyyppillisen kesälaatuiseen dieselin (835 kg/m³) HVO-pitoisuus on noin 30 %, dieselseoksen tiheys on 820 kg/m³. Vastaavasti talvilaatuun (810 kg/m³) sekoitettuna dieselseoksen tiheys on 800 kg/m³, kun HVO-pitoisuus on noin 40 %.

Parafiinisen dieselpolttoaineen standardi EN 15940 ”Synteettisesti valmistettu tai vetykäsittelty parafiinidieselöljy” hyväksyttiin lopullisesti vuonna 2016. Raskaita moottoreita koskeva Euro VI -pakokaasusäännöstö edellyttää, että moottori tulee sertifioida sillä polttoaineella, jota se tulee käyttämään. Tämä koskee luonnollisesti myös 100 %:sta parafiinista dieselpolttoainetta. Tilanne on hyvä siinä mielessä, että kaikki merkittävät moottorivalmistajat (Cummins, Iveco, Mercedes-Benz, Scania ja Volvo) ovat sertifioineet raskaita Euro VI -moottoreita 100 %:selle parafiiniselle dieselille (HVO). Useimmat valmistajat ovat myös taakautuvasti antaneet luvan tämän polttoaineen käytölle vanhemmissa moottoreissa. Ainoa valmistaja, jonka vanhempien moottorien osalta tilanne on vielä osittain auki, on Iveco. Vanhemmissa moottoreissa ei välttämättä enää ole takuu voimassa, mutta mahdollisten huolenpitosopimusten puitteissa on noudatettava valmistajan ohjeita.

Polttoainestandardien mahdollistama biopolttoainekäyttö 2030

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 5) on esitetty vuoden 2030 fossiiliset polttoainemäärät siinä tapauksessa, että energiatehokkuustoimenpiteet onnistuvat. Tässä taulukossa ei vielä oteta kantaa nestemäisiin biokomponentteihin. Biometaanin määräksi on oletettu 44 ktoe.

Taulukko 5: Polttoainemäärät 2030 eri sähköautomäärillä. Olettamana on, että käytössä on vähintään 120 000 sähköautoa ja energiatehokkuustoimenpiteet ovat tuottaneet tulosta

Polttoaine (fossiilinen + bio), ktoe	Sähköautojen lukumäärä		
	120 000	250 000	600 000
Bensiini	819	746	574
Diesel	1996	1957	1770
Metaani	44	44	44
Yhteensä	2859	2747	2388

Yksinkertaisin tapa käyttää biopolttoaineita on komponenttikäyttö kauppalaatuisissa polttoaineissa voimassa olevien direktiivien ja standardien puitteissa. Etanoli ja FAME on rajoitettu alhaisiin pitoisuuksiin, mutta uusiutuvassa dieselistä on enemmän joustoa. Korkeaseosetanoli ja metaani (biokaasu) vaativat erikoisajoneuvoja, joiden lisääminen saattaa olla haasteellista ja vaatia uusia ohjauskeinoja markkinaosuuden kasvattamiseksi.

Etanoli

Etanolia voitaisiin käyttää korkeaseosetanolina (E85) ns. flex-fuel -autoissa. Vuoden 2017 lopulla liikennekäytössä oli Trafirin tilaston mukaan yhteensä 3800 flex-fuel etanoliautoa (Trafi, 2018). Suomessa on myös kohtuullisen kattava E85-jakeluverkosto.

Euro 6 -pakokaasumääräysten tultua voimaan flex-fuel -autojen tarjonta on kuitenkin romahnut, koska määräykset edellyttävät testausta E85-pottoaineella myös -7 °C lämpötilassa. Flex-fuel jälkiasennus sallitaan Euro 3 -tasoihin ja sitä vanhempiin autoihin, mutta käytännössä muunnetuilla autoilla ei ole nyt käytännön merkitystä, eikä varsinkaan vuonna 2030. Laskennassa ei näistä syistä ole otettu huomioon E85-vaihtoehtoa.

Lisäaineistettua etanolia voidaan myös käyttää modifioiduissa dieselmootoreissa. Scania-konsepti perustuu etanolin lisäaineistamiseen syttyvyydenparantajalisäaineella ja normaalia korkeampaan puristussuhteeseen etanolin syttymisen varmistamiseksi. Suomessa on tällä hetkellä käytössä suuruusluokkaisesti 10 raskasta etanoliautoa. Koska Scania on ainoa raskaita etanoliautoja tarjoava valmistaja, ei tätäkään vaihtoehtoa ole huomioitu etanolinielujen arvioinnissa.

Täten laskennassa on oletettu, että kaikki etanoli käytetään bensiinin seoskomponenttina. Biopolttoainemäärien laskennassa bensiinin sisältämän etanolin osalta on tehty seuraavat oletukset ennakoiden laatudirektiivin ja EN-normien muutosta (E5 poistuu ajan saatossa markkinoilta ja E20/25-laatu tulee E10 rinnalle vuoden 2020 jälkeen).

- 2020: bensiinin etanolipitoisuus keskimäärin 7,5 til.-%, energiaosuus 5,1 %
- 2025: bensiinin etanolipitoisuus keskimäärin 10 til.-%, energiaosuus 6,8 %
- 2030: bensiinin etanolipitoisuus keskimäärin 15 til.-%, energiaosuus 10,5 %

Vuonna 2030 bensiinin etanolipitoisuudeksi on siis oletettu 15 % (E15), jolloin etanolin energiaosuus on 10,5 %. Bensiinin etanolinlelu on siten 60...86 ktoe

FAME

Perinteistä biodieseliä FAME:a on käytetty Suomessa dieseliin sekoitettuna vain vähän. FAME on aiheuttanut varsin paljon ongelmia maailmalla, varsinkin kylmissä olosuhteissa. EN 590 -standardi kuitenkin sallii tavanomaisessa dieselissä 7 til.-% FAME:a. Tällä pitoisuudella FAME:n energiaosuus polttoaineseoksesta on 6,5 %. On täysin mahdollista, että FAME otettaisiin käyttöön Suomessa hintasyistä. FAME:n maksimimäärää arvioitaessa voidaan olettaa, että FAME-pitoisuus olisi 7 % 8 kuukautta vuodesta, mutta FAME-pitoisuus jouduttaisiin käytettävyyssyistä puolittamaan kylmänä vuodenaikana 4 kuukaudeksi vuodesta. Tällä tavalla laskien FAME:n energiaosuudeksi saadaan 5,4 %. Energiämääränä tämä olisi 96...108 ktoe/a.

Periaatteessa olisi myös mahdollista käyttää 100 %:sta EN 14 214 mukaista FAME:a. Ruotsissa muun muassa bussikalustossa on käytetty 100 %:sta FAME:a, mutta käyttö on vähentynyt HVO-määrien kasvun myötä.

Uusiutuva diesel (HVO)

Toimittaessa nykyisen EN 590 -standardin puitteissa ja olettaen vastaavasti kuin FAME:lla, että dieselpolttoaineen kesälaatu on käytössä 8 ja talvilaatu 4 kuukautta vuodesta, keskimääräiseksi uusiutuvan dieselin energiaosuudeksi saadaan 33 %. Energiämääränä tämä olisi 584...659 ktoe. Lisäksi EN 15940 -standardin mukainen 100 %:nen uusiutuva diesel tulee varmaan olemaan käytössä, joten tämän vaihtoehdon osalta polttoainelielu ei ole rajoittava tekijä.

Lisäksi on todettava, että myös FAME:n ja HVO:n yhdistelmä on mahdollinen. FAME:n tiheys on 890 kg/m³, joten FAME:n ja HVO:n yhdistelmä itse asiassa mahdollistaisi HVO-pitoisuuden nostamisen hieman EN 590 -rajojen puitteissa.

Biokaasu (metaani)

Puhdistettu biokaasu/biometaani on drop-in vaihtoehto fossiiliselle maakaasulle. Moottoreihin ei tarvitse tehdä mitään muutoksia siirryttäessä maakaasusta biometaaniin. Suurin osa Suomessa ajoneuvoihin myytävästä biometaanista syötetään itse asiassa maakaasuverkkoon, ja kuluttaja voi tankkausasemalta ostaa biometaania maakaasun sijaan sertifikaattiperiaatteella. Erilliset biometaanin tankkausasemat ovat vähemmistössä. Maakaasu ei juurikaan vähennä liikenteen CO₂-päästöjä, joten tavoiteltaessa päästövähennyksiä maakaasu tulisi korvata kokonaan biokaasulla.

Gasumilla on tällä hetkellä 26 kaasutankkausasemaa, lisäksi muilla toimijoilla on joitakin asemia. Gasum ilmoittaa rakentavansa lähivuosina 35 uutta kaasun tankkauspistettä. Gasumin tankkausverkosto sisältää tällä hetkellä myös 4 raskaan liikenteen LNG-tankkauspistettä (nesteytetty kaasu), Vuosaarella, Vantaalla, Turussa ja Jyväskylässä. (Gasum Oy, 2018)

Henkilöautojen osalta kaasuvärsioiden tarjonta on kohtuullista, joskin tarjonta painottuu eurooppalaiseen valmistajiin. Henkilöautot ovat pääsääntöisesti ns. bi-fuel -autoja, eli niissä voidaan käyttää joko bensiiniä tai metaania. Tarjolla on myös joitakin kaasukäyttöisiä pakettiautomalleja. Vuoden 2017 lopulla käytössä oli noin 3000 kaasukäyttöistä henkilöautoa ja noin 350 pakettiautoa. Yksityisiä käyttäjiä ei voi velvoittaa hankkimaan kaasuautoja, joten

tulevaan kehitykseen vaikuttavat ajoneuvojen tarjonta, kaasutankkausverkoston laajentuminen ja biokaasun hintakilpailukyky muihin vähähiilisiin käyttövoimavaihtoehtoihin verrattuna.

Raskaiden ajoneuvojen osalta painopiste on ollut busseissa. Lähes kaikilla valmistajilla on tarjota kaasubusseja. Kuorma-autojen osalta tarjolla on lähinnä keskiraskaita kuorma-autoja jakelu- ja jäteajon. Vuoden 2017 lopulla Suomessa oli noin 30 kaasubussia ja noin 100 kaasukäyttöistä kuorma-autoa, josta valtaosa on kuorma-autoksi luokiteltuja raskaita pakettiautoja.

Syksyllä 2017 raskaiden kaasukuorma-autojen tarjonta lisääntyi merkittävästi, kun Iveco, Scania ja Volvo kaikki julkaisivat uudet 13-litraiset rekkavetureihin soveltuvat kaasumoottorit. Ivecon ja Scanian moottorit ovat kipinäsytytteisiä ottomoottoreita. Volvon uusi moottori on suoraruiskutteinen ns. dual-fuel -moottori. Volvon uudessa moottorissa sekä sytytyspoltoaineena toimiva dieselpolttoaine, että pääpolttoaine metaani ruiskutetaan suoraan palotilaan. Volvon käyttämä järjestelmä edellyttää nestemuodossa (LNG, LBG) olevaa kaasua. Riittävän toimintamatkan takaamiseksi muutkin valmistajat käyttävät raskaimmissa kaasuautoissa nesteytettyä kaasua.

Nestemäisten biopolttoaineiden tarpeen laskennassa on oletettu, että biokaasun määrä 2030 on 44 ktoe. Tästä määrästä 50 000 henkilöautoa käyttäisi 24 ktoe, ja loppuosa, 20 ktoe, kuluisi pääasiassa busseissa.

Gasum toimitti ”Biopolttoaineiden kustannustehokkaat toteutuspolut vuoteen 2030” -hankkeelle muistion biometaanin potentiaalista Suomessa vuonna 2030. Kaasualan mukaan liikenteen biometaanin tavoitemäärä vuodelle 2030 on noin 215 ktoe, josta henkilö- ja pakettiautot käyttäisivät noin 95 ktoe ja raskas kalusto (linja- ja kuorma- autot) noin 120 ktoe. Verrattuna energia- ja ilmastostrategian linjauksiin kasvu olisi merkittävää, erityisesti raskaiden ajoneuvojen osalta. Gasumin toimittaman muistion mukaan vuonna 2030 tuotetulla biokaasulla voisi liikkua jopa 100 000 henkilöautoa ja 3 000 raskasta ajoneuvoa.

Julkisen sektorin ajoneuvo- ja kuljetuspalveluiden hankintaa ohjaavaa direktiiviä 2009/33/EY puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä ollaan päivittämässä. Direktiivin päivitysehdotus (Euroopan Komissio, 2017) määrittelee vähäpäästöiset raskaat ajoneuvot käyttövoiman mukaan: sähkö, vety ja maakaasu, mukaan lukien biometaani. Ehdotuksessa on lisäksi maakohtaiset vähimmäistavoitteet vähäpäästöisten autojen osuudesta julkisissa hankinnoissa. Suomelle on esitetty, että vuonna 2025 busseista 46 % ja kuorma-autoista 9 % tulisi olla vähäpäästöisiä. Vastaavasti vuonna 2030 vähäpäästöisiä busseja tulisi olla 69 % ja kuorma-autoja 15 % julkisista hankinnoista.

Jos direktiivin päivitys toteutuu ehdotetussa muodossa, on selvää, että se tulee edistämään niin sähkö- kuin kaasuautoja julkisella sektorilla. Direktiiviehdotus ei tunne 100 %:n uusiutuvaa dieseliä käyttövoimavaihtoehtona.

Yhteenveto

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 6) on esitetty 50 %:n CO₂-päästövähennykseen tarvittava nestemäisten biopolttoaineiden määrä suhteessa edellä esitettyihin polttoainieluihin vuonna 2030. Tässä oletetaan, että energiatehokkuustoimenpiteet onnistuvat.

Taulukko 6: 50 %:n CO₂-päästövähennykseen tarvittava nestemäisten biopolttoaineiden määrä suhteessa biopolttoainemäärään vuonna 2030. Olettamana on, että käytössä on vähintään 120 000 sähköautoa, energiatehokkuusmenpiteet ovat tuottaneet tulosta ja biokaasun määrä on 44 ktoe

ktoe	Sähköautojen lukumäärä		
	120 000	250 000	600 000
Nestemäisten biopolttoaineiden tarve	838	765	594
Etanolinielu (EN 228)	86	78	60
FAME nielu (EN 590)	108	106	96
HVO nielu (EN 590)	659	646	584
Nielut yhteensä	853	830	740

Taulukosta voidaan päätellä, ettei erikoisajoneuvoja välttämättä tarvita päästötavoitteiden saavuttamiseksi, ja että 50 %:n CO₂-päästövähennyksen saavuttaminen onnistuu ”luonnollisilla” nestemäisten biopolttoaineiden nieluilla voimassa olevien bensiinin ja dieselin EN-normien puitteissa. Laskelma kuitenkin edellyttää, että biometaanin määrä on 44 ktoe (50 000 kaasuhenkilöautoa). Muutokset polttoainenormeihin, 100 %:n uusiutuvan dieselin käyttö sekä mahdollinen kaasuautomäärien voimakas kasvu lisääisivät biopolttoainemääriä edelleen.

5.3. Kevyt polttoöljy

Kevyelle polttoöljylle ei ole yhteiseurooppalaista laatustandardia. Suomessa on voimassa SFS 5968 standardi polttoöljylle, jota käytetään polttoaineena öljylämmityslaitteistoissa. Standardissa polttoaine määritellään vähärikkiseksi kevyeksi polttoöljyksi, kun rikki- ja rikkipitoisuus on korkeintaan 0,005 p-% (50 mg/kg). (SFS 5968) Rikkipitoisuuden yläraja on 0,1 p-%. Rikkittömän kevyen polttoöljyn rikkipitoisuus on korkeintaan 0,001 p-% (10 mg/kg).

Kevyen polttoöljyn termisen stabiilisuuden ja varastoitavuuden määrittämiseen soveltuvat menetelmät ovat vasta kehitteillä. Lisäaineiden käyttö on sallittua, mikäli niillä ei ole haittavaikutuksia. Rautakorroosiota estävien lisäaineiden käyttöä suositellaan. Kesälaadun samapiste on -3 °C ja talvilaadun -28 °C. Standardissa on esitetty vaatimukset ja testimenetelmät 25 eri ominaisuudelle.

Lämmityskäytössä standardit eivät aseta erityisiä rajoitteita biokomponenttien käytölle. Euroopassa ei ole standardia moottoripolttoöljylle, mutta moni moottorinvalmistaja vaatii EN 590 -standardin mukaista polttoainetta, että takuu on voimassa. Työkoneiden osalta pätee siis kappaleessa 5.2 esitetyt rajoitteet.

6. UUSIUTUVAN ENERGIAN DIREKTIIVI VUOTEEN 2030 (REDII)

Euroopan parlamentti, Euroopan unionin neuvosto sekä Euroopan komissio pääsivät sopuun uusiutuvan energian direktiivin kompromissiehdotuksesta kesäkuun 13.–14. 2018. Unionin yhteinen uusiutuvan energian kokonaistavoite vuonna 2030 nousee 32 %:in, mutta jäsenmaille ei ole direktiivissä asetettu maakohtaisia tavoitteita, kuten nykyisessä direktiivissä. Jäsenmaat kuitenkin toimittavat Komissiolle vuoden 2019 loppuun mennessä esityksensä vuoden 2030 tavoitteiden toteutuspoluista.

Liikenteen uusiutuvan energian tavoite nousisi nykyisestä vuoden 2020 10 %:sta aina 14 %:in vuonna 2030. Tämä tavoite olisi kansallisesti sitova ja koskisi kaikkia jäsenmaita. Kehittyneille biopolttoaineille (Liite IX osa A) uusi direktiivi asettaisi kiihtyvän kansallisen vähimmäistavoitteen, joka olisi 0,2 % vuonna 2022, 1 % vuonna 2025 ja 3,5 % vuonna 2030. Jäterasva- ja öljypohjaisille biopolttoaineille (Liite IX osa B) direktiivi asettaa maakohtaisen 1,7 % enimmäismäärän, johon jäsenmailla on oikeus hakea muutosta Komissiolta perustuen raaka-aineiden saatavuuteen kansallisesti. Ruokapohjaisten biopolttoaineiden enimmäismäärä ei saa ylittää vuonna 2030 vuoden 2020 toteutunutta ruokapohjaisten biopolttoaineiden osuutta kuin yhden prosenttiyksikön. Tämä osuus saa olla enintään 7 % ja vähintään 2 % vuonna 2030. Lisäksi Komissiolle on annettu helmikuun 2019 alkuun asti aikaa valmistella uudet määritelmät sekä kestävyyskriteerit korkean epäsuoran maankäytönmuutoksen ("high-ILUC") mukaisille biopolttoaineille, jotta niiden käyttö voitaisiin jädäyttää vuonna 2019 toteutuneelle tasolle.

Suomelle 14 % liikenteen uusiutuvan energian alatavoite ei tule olemaan muuta kuin lähinnä raportointivelvoite, sillä nykyiset kansalliset tavoitteet ylittävät yli kaksinkertaisesti asetetun EU tavoitetason vuonna 2030.

Euroopan parlamentti, Euroopan unionin neuvosto sekä Euroopan komissio pääsivät sopuun uusiutuvan energian direktiivin kompromissiehdotuksesta kesäkuun 13.–14. 2018 käydyissä neuvotteluissa. Euroopan Unionin jäsenmaat hyväksyivät kolmikanta tai "trilogi"-keskusteluiden pohjalta tehdyn esityksen kesäkuun 2018 lopussa. Lopullinen direktiivi tarvitsee vielä Euroopan parlamentin hyväksynnän loppuvuodesta 2018, jonka jälkeen se astuu voimaan. Seuraavassa on tiivistetty lyhyesti se, mitä uudesta direktiivistä tiedetään, ja miten se vaikuttaa Suomen biopolttoaineiden jakeluelvoitteen uusimisen valmisteluun.

Uusiutuvan energian direktiivin lopullinen muoto kompromissin jälkeen on isolta kavaltaan samantyyppinen kuin nykyinen direktiivi, joka velvoittaa jäsenmaita vuoteen 2020 saakka. Unionin yhteinen uusiutuvan energian kokonaistavoite vuonna 2030 nousee 32 %:iin, mutta jäsenmaille ei ole direktiivissä asetettu maakohtaisia tavoitteita, kuten nykyisessä direktiivissä. Jäsenmaiden tulee kuitenkin toimittaa Komissiolle vuoden 2019 loppuun mennessä esityksensä vuoden 2030 tavoitteiden toteutuspoluista. Parlamentin tahdosta direktiiviin on lisäksi kirjattu mahdollisuus vuodelle 2023 nostaa asetettua kokonaistavoitetta perustuen uusiutuvan energian kustannusten kehitykseen, tarpeeseen saavuttaa EU:n kansainväliset ilmastonmuutoksen sitoumukset ja energian kokonaiskulutuksen kehitykseen.

Tämän työn ja Suomen biopolttoaineiden jakeluelvoitteen kannalta kriittisimpiä muutoksia uudessa direktiivissä ovat liikenteen uusiutuvaan energiaan liittyvät päätökset, joilla on vä-

hintäänsäkin kansallisia toimia ohjaava ja osin rajoittava vaikutus. Liikenteen uusiutuvan energian tavoite nousisi nykyisestä vuoden 2020 10 %:sta aina 14 %:in vuonna 2030. Tämä tavoite olisi kansallisesti sitova ja koskisi kaikkia jäsenmaita. Suurimpana muutoksena nykyiseen direktiiviin nähdään olevan kansallisen tavoitteen laskennan muutokset, joissa jäsenmaille jää suurempi vapaus päättää, miten 14 %:n tavoite lasketaan ja miten siihen päästään.

Direktiivissä liikenteen biopolttoaineita koskeva osuus noudattelee pitkälti vuonna 2015 saavutettua kompromissia epäsuoran maankäytön muutoksen huomioimisesta biopolttoainepoliitikassa, jonka pohjalta nykyinen uusiutuvan energian direktiivi on tuotu kansalliseen lainsäädäntöön. Kehittyneille biopolttoaineille (Liite IX osa A) uusi direktiivi asettaisi kiihtyvän kansallisen vähimmäistavoitteen, joka olisi 0,2 % vuonna 2022, 1 % vuonna 2025 ja 3,5 % vuonna 2030. Jäterasva- ja öljypohjaisille biopolttoaineille (Liite IX osa B) direktiivi asettaa maakohtaisen 1,7 % enimmäismäärän, johon jäsenmaille on oikeus hakea muutosta Komissiolta perustuen raaka-aineiden saatavuuteen kansallisesti. Nämä liitteen IX osan A ja B mukaiset kehittyneet biopolttoaineet ja biokaasu voidaan laskea kaksinkertaisesti kansalliseen liikenteen uusiutuvan energian tavoitteeseen (ns. tuplalaskenta), mikäli jäsenmaa niin päättää. Ruokapohjaisten biopolttoaineiden enimmäismäärä ei saa ylittää vuonna 2030 vuoden 2020 toteutunutta ruokapohjaisten biopolttoaineiden osuutta kuin yhden prosenttiyksikön. Tämä osuus saa olla enintään 7 % ja vähintään 2 % vuonna 2030. Maissa, joissa vuoden 2020 toteutunut taso jää alle 1 %, voidaan ruokapohjaisten biopolttoaineiden osuus nostaa kuitenkin enintään 2 % tasolle vuonna 2030. Lisäksi Komissiolle on annettu helmikuun 2019 alkuun asti aikaa valmistella uudet määritelmät sekä kestävyyskriteerit korkean epäsuoran maankäytönmuutoksen ("high-ILUC") mukaisille biopolttoaineille, jotta niiden käyttö voitaisiin jäädä vuonna 2019 toteutuneelle tasolle. Komissio myös valmistelee esityksen vuoden 2023 loppuun mennessä "high-ILUC" mukaisten biopolttoaineiden vaiheittaiseksi poistamiseksi markkinoilta vuoden 2030 loppuun mennessä.

RED II direktiivin mukaan biopolttoaineiden KHK-päästöjen vähenemä tulee olla vähintään 50 % laitoksilla, jotka ovat olleet tuotannossa vuoden 2015 lokakuun 5. päivä. Laitosten, joiden tuotanto on alkanut tämän jälkeen ja ennen vuoden 2021 alkua, tulee saavuttaa vähintään 60 % KHK-päästövähennystä. Vuoden 2021 alun jälkeen käynnistyvien laitosten on sen sijaan saavutettava 65 % vähenemä.

Kansallisen 14 % liikenteen uusiutuvan energian tavoitteen laskemiseksi on useita laskentatavojen ja jäsenmaille jätettyjä vapauksia. Uuden direktiivin mukaisesti tieliikenteessä kulutettu uusiutuva sähkö voidaan laskea nelikertaisesti ja raideliikenteen uusiutuva sähkö 1,5-kertaisesti suhteessa liikenteen kokonaistavoitteeseen. Lisäksi ilmaan ja meriliikenteeseen käytetyt ei-ruokapohjaiset biopolttoaineet voidaan laskea 1,2-kertaisesti liikenteen kokonaistavoitteeseen. Maat voivat myös halutessaan sisällyttää "recycled carbon fuels" polttoaineet osaksi kansallisia jakeluvelvoitteita ja laskea ne liikenteen tavoitteeseen, mutta niitä ei huomioida Unionin tason uusiutuvan energian laskennassa. Jäsenmaat voivat myös laskea 14 %:n liikenteen uusiutuvan energian tavoitettaan yhtä suurella prosenttiyksiköllä kuin maiden asettama ruokapohjaisten biopolttoaineiden kansallinen enimmäisraja, joka on alle asetetun 7 %:n. Laskennallisesti siis 14 % liikenteen uusiutuvan energian tavoite voidaan täyttää jäsenmaissa asettamalla vain tuplalaskettavien kehittyneiden biopolttoaineiden 3,5 % tavoite vuodelle 2030 ja kieltämällä kokonaan ruokapohjaiset biopolttoaineet. Edellä mainittu tavoitteiden asettelu toimii vain, jos ruokapohjaisten biopolttoaineiden osuus vuonna 2020 on ollut 7 %. Siinä tapauksessa muita keinoja ei siis laskentatavojen puitteissa tarvittaisi. ($14\% - 7\% = 7\% = 2 \times 3,5\%$)

EU:n alueella uusi direktiivi tukee vahvasti kehittyneiden biopolttoaineiden kysynnän kehittymistä, vaikka Suomi ja muut pohjoismaat tulevat asettamaan korkeampia alarajavoitteita suuremman biopolttoaineosuuden jakeluvuorituksen takia. Nämä maat ovat velvoitettuja vähentämään kansallisesti taakanjakosektorin päästöjä yli 30 %, joka monissa maissa on suunniteltu toteutettavan liikennesektorilla korkeilla biopolttoaineosuuksilla. Suomen kansallinen tavoite ja tämän työn annettu lähtökohta oli -50 % CO₂-päästövähennys liikenteessä, joka Energia- ja ilmastostrategian mukaan tarkoitti 30 % biopolttoaineosuutta liikenteessä. Tämän tavoitteen saavuttamiseen uusiutuvan energian direktiivi vaikuttaa lähinnä vaihtoehtoja rajaamalla. Suomessa ruokapohjaisten biopolttoaineiden osuus on pysytellyt alle 2 % tasolla viimevuodet, eli nykykehityksen mukaan 7 %:n yläraja ruokapohjaisille tuskin mahdollistuu Suomessa. Markkinaehtoisuuden näkökulmasta korkea ruokapohjaisten biopolttoaineiden raja antaisi jakelijoille suuremmat vapaudet täyttää jakeluvuoritusta, mutta on hyvin todennäköistä, että vuoden 2020 toteutunut taso jää lähemmäksi 2 % kuin 7 %. Valtiolla ei ole käytännössä mahdollisuuksia vaikuttaa polttoaineisiin, joilla toimijat täyttävät vuoden 2020 jakeluvuorituksen, varsinkin kun nykyinen tuplalaskentaan perustuva jakeluvuoritus on täytetty pääosin tuplalaskettavalla uusiutuvalla dieselillä. Myös jäterasvoista ja -öljyistä tuotettujen biopolttoaineiden 1,7 % rajoite vaikeuttaa merkittävästi polttoainejakelijoiden mahdollisuuksia täyttää nykyistä korkeampia jakeluvuoritusvoitteita. Suomen jakeluvuorituksen osalta kriittisimmäksi kysymykseksi nousevat ei-ruokapohjaiseksi katsottavat biopolttoaineet, joita voidaan lisätä nykyisiin jaeltaviin polttoaineisiin suurissa pitoisuuksissa. Nämä ovat lähinnä direktiivin määritelmien mukaan kasviöljyjä, joita ei viljellä pääasiallisina viljelykasveina tai ne syntyvät viljelytuotteiden jalostuksen yhteydessä. Myös uudet peitto- ja vuoroviljelykasvit eivät ole määritelmien mukaan ruokapohjaisia, eli niistä tuotettu uusiutuva diesel ja bensiini olisivat vuoteen 2030 hyväksytyjä biopolttoaineita ilman rajoitteita. Esimerkkejä tällaisista raaka-aineista ovat tekninen maissiöljy, UPM:n tutkima *brassica carinata*, kategoria 3 mukainen eläinrasva sekä mahdolliset muut uudet kasvipohjaiset raaka-aineet. Yhteenvetona voidaankin todeta, että Suomelle 14 % liikenteen uusiutuvan energian alarajavoite ei tule olemaan muuta kuin lähinnä raportointivoite, sillä nykyiset kansalliset tavoitteet ylittävät yli kaksinkertaisesti asetetun EU tavoitetasoa vuonna 2030.

7. BIOPOLTTOAINEIDEN MARKKINA JA KEHITYSNÄKYMÄT

Etanoli on maailman yleisin biopolttoaine, jonka tuotanto ja kulutus ovat pääasiassa samalla markkina-alueella. Etanolin maailmanlaajuinen kokonaiskulutus on noin 60 miljoonaa tonnia ja kauppavirrat noin kahdeksan miljoonaa tonnia. Euroopan osuus maailman kysynnästä on alle 10 % suurimpien käyttäjien ollessa USA ja Brasilia. Sen sijaan biodieselille Eurooppa on selvästi suurin markkina-alue, jonka kulutus on noin 13 miljoonaa tonnia. Maailman laajuinen biodieselin kulutus on 25 miljoonaa tonnia.

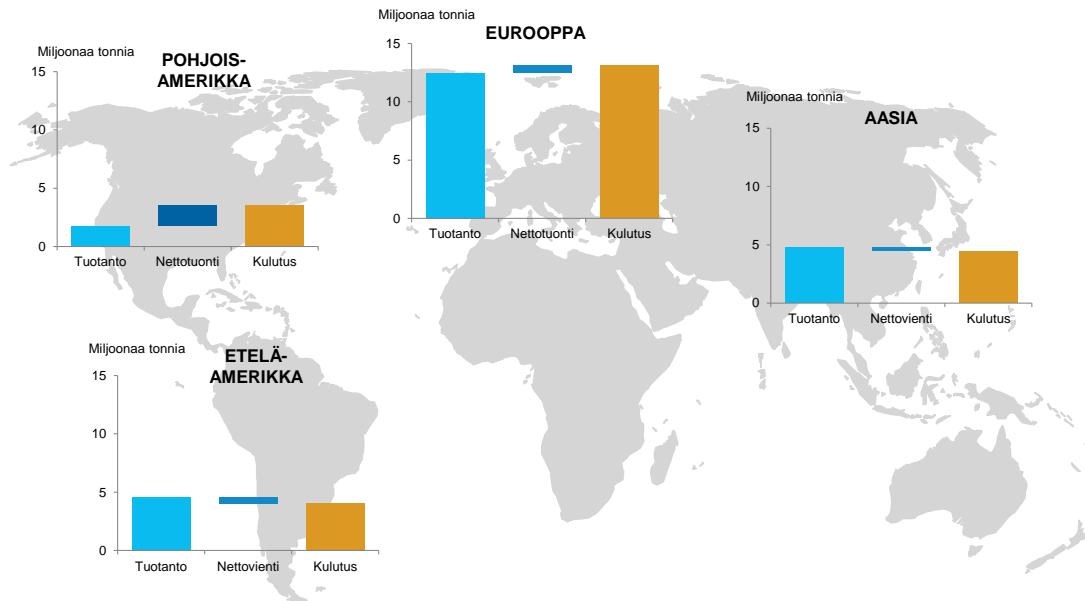
Kehittyneiden biopolttoaineiden tuotanto on vielä hyvin pientä niin Euroopassa kuin globaalistikin. Tällä hetkellä kehittyneiden biopolttoaineiden tuotannon kokonaiskapasiteetti on noin 400 ktoe ja rakenteilla oleva kapasiteetti noin 300 ktoe, poislukien HVO-polttoaineet. Tästä tuotantokapasiteetista selkeästi suurin osa, yli 60 %, perustuu biokemialliseen etanolin tuotantoon. Jos kaikki projektit toteutuvat suunnitelmien mukaisesti, kehittyneiden biopolttoaineiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti olisi noin 4,8 Mtoe vuoteen 2025 mennessä. Selkeästi suurin osa suunnitteilla olevista biopolttoaineprojekteista on HVO-polttoaineprojekteja. Vuoden 2025 kapasiteettiennusteen täytyminen on kuitenkin kyseenalainen ottaen huomioon olemassa olevien tuotantolaitosten alhaisen käyttöasteen ja sen, että kaikkia julkistettuja projekteja ei todennäköisesti toteuteta. RED II -lainsäädännössä tavoitellut polttoainemäärät vaativat siis merkittävää hankekehityksen ja investointien kiihdyttämistä.

Uuden direktiivin ja kansallisten tavoitteiden avulla kehittyneiden biopolttoaineiden markkinat tulevat todennäköisesti kasvamaan yli 10 Mtoe tasolle vuoteen 2030. Liikenteen alavoitteen laskentasaäntöjen joustot antavat jäsenmaille pitkälti vapaat kädet asettaa velvoitteita nykyisille biopolttoaineille. Jäterasvoista ja -öljyistä valmistettujen biopolttoaineiden enimmäismäärä (1,7 %) vuonna 2030 tarkoittaa 4,6 Mtoe kysyntää vuodelle 2030.

7.1. Globaali biopolttoaineiden markkinatilanne

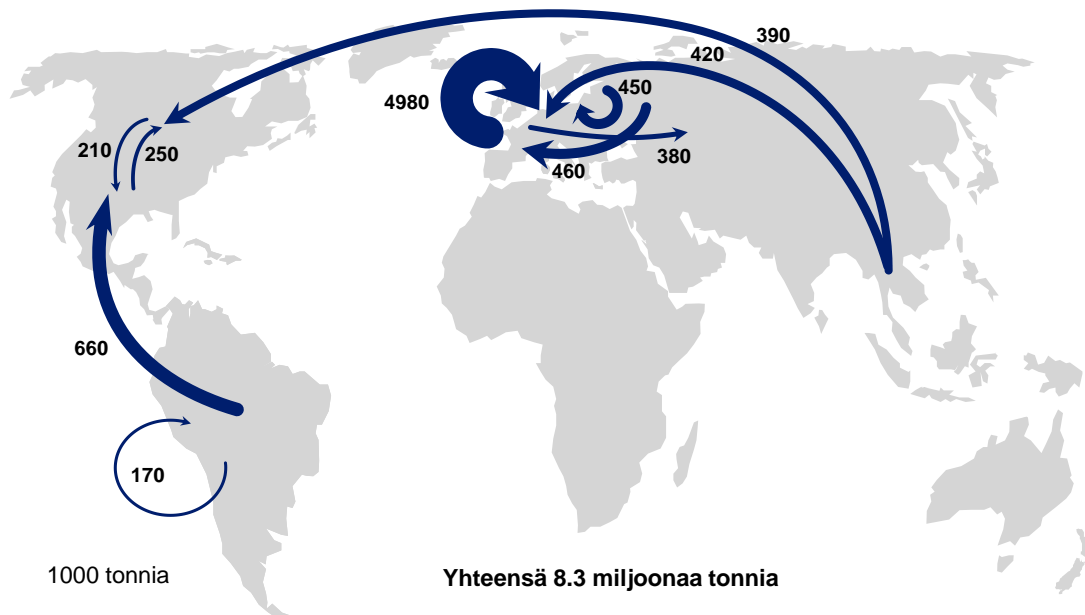
Biodieselin selvästi suurin markkina-alue on Eurooppa, jonka biodieselin kulutus on 13 miljoonaa tonnia. Biodieselin maailman laajuinen kulutus on 25 miljoonaa tonnia. Maatasolla Ranska, USA, Brasilia, Saksa, Italia, Indonesia, Thaimaa ja Argentiina ovat maailman suurimpia biodieselin käyttäjiä. Lähes kaikki kulutettu biodiesel tuotetaan samalla markkina-alueella. Kuva 12 esittää biodieselin tuotannon ja kulutuksen maanosittain. Tilastoinneissa biodiesel sisältää perinteisen FAME:n sekä uusiutuvan dieselin eli HVO:n. Maailmanlaajuisesti biodieselin tuotantokapasiteetti on noin kaksinkertainen kulutukseen nähden. Tuotantokapasiteetin käyttöaste on matala erityisesti vanhoissa tuotantolaitoksissa tai tuotanto on käytännössä kokonaan loppunut, mutta tuotantolaitoksia ei ole purettu. FAME biodieselin tuotantokapasiteetti on noin 50 ja HVO:n noin 4 miljoonaa tonnia. (F.O. Licht, 2018a)

Kuva 12: Biodieselin tuotannon ja kulutuksen maantieteellinen jakautuminen vuonna 2015 (IEA, 2018)



Biodiesel on globaali hyödyke, jonka vuotuiset kauppavirrat ovat noin kahdeksan miljoonaa tonnia. Tuotanto ja kulutus on kuitenkin enimmäkseen paikallista ja noin puolet kauppavirrasta on Euroopan sisäistä. Saksa ja Hollanti ovat suurimpia biodieselin viejiä muihin Euroopan maihin. Pohjois-Amerikka ja Eurooppa ovat biodieselin nettotuojia ja suurimmat vientimaat ovat Etelä-Amerikassa ja Aasiassa. USA on selvästi suurin yksittäinen biodieselin tuojamaa. Alla olevassa kuvassa (Kuva 13) on esitetty merkittävimmät kauppavirrat.

Kuva 13: Biodieselin maailmanlaajuiset kauppavirrat vuonna 2015 (UN Comtrade, 2018)

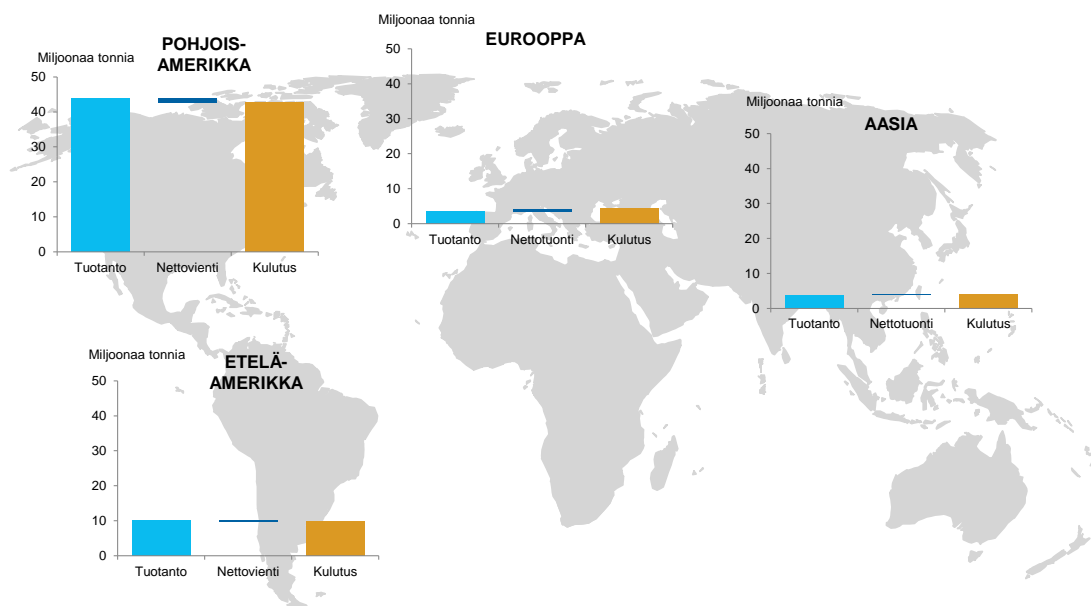


Etanoli on maailman yleisin biopolttoaine, joka on biodieselin tapaan globaali hyödyke. Myös etanolin tapauksessa tuotanto ja kulutus ovat pääasiassa samalla markkina-alueella. Etanolin kauppavirrat ovat noin kahdeksan miljoonaa tonnia, kun kokonaiskulutus on 60

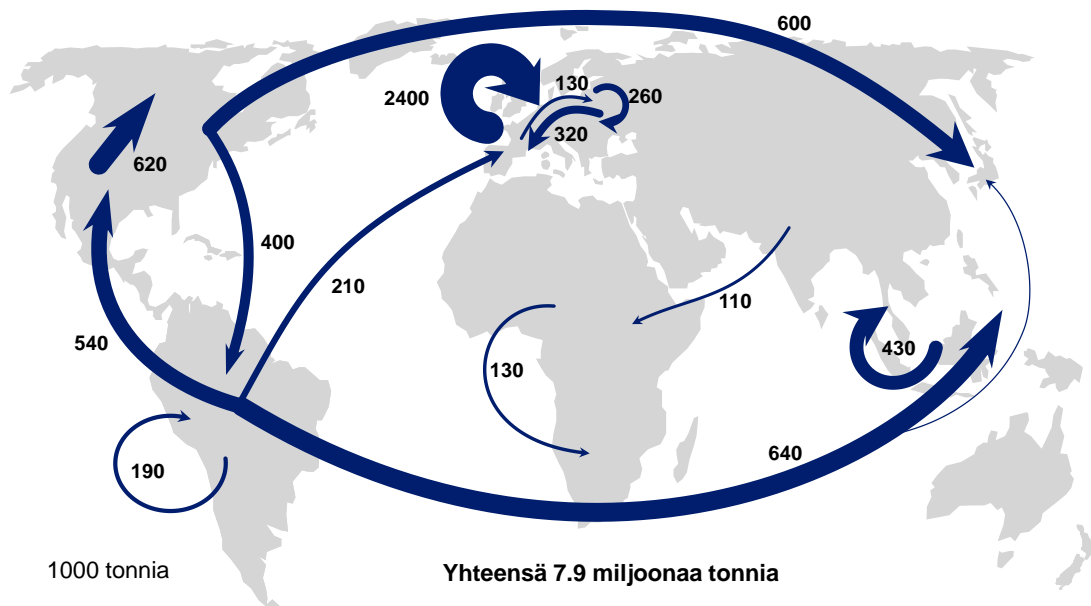
miljoonaa tonnia. Euroopan osuus maailman kysynnästä on alle 10 % suurimpien käyttäjien ollessa USA ja Brasilia. Etanolin käyttö perustuu pitkälti alueellisesti paikallisiin sokeri- ja tärkkelyskasvipohjaisiin raaka-aineisiin, jonka juuret ovat vahvasti kansallisissa maatalouspolitiikoissa. Kuva 14 ja Kuva 15 esittävät etanolin tuotannon ja kulutuksen sekä tärkeimmät kauppavirrat.

Etanolin tuotantokapasiteetti on noin kaksi kertaa suurempi kuin kulutus. Tuotannon ja kulutuksen epäsuhtaisuus johtuu myös biodieselin tavoin vanhojen laitosten matalasta käyttöasteesta. Sokeri- ja tärkkelyspohjaisen etanolin tuotantokapasiteetti on noin 110 ja lignoselluloosapohjaisen etanolin noin 0,6 miljoonaa tonnia. (F.O. Licht, 2018a)

Kuva 14: Etanolin tuotannon ja kulutuksen maantieteellinen jakautuminen vuonna 2015 (IEA, 2018)



Kuva 15: Etanolin maailmanlaajuiset kauppavirrat vuonna 2015 (UN Comtrade, 2018)



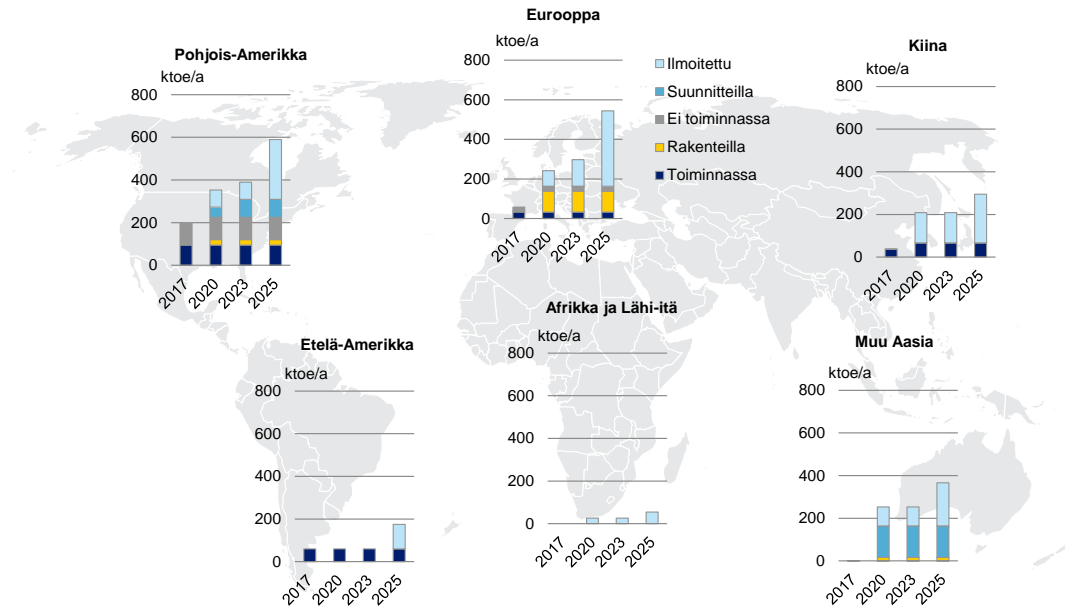
7.2. Kehittyneiden biopolttoaineiden tuotannon kehitysnäkymät

Seuraavissa kuvissa (Kuva 16, Kuva 17 ja Kuva 18) on esitetty kehittyneiden biopolttoaineiden tuotannon kehitysnäkymät vuosina 2020, 2023 ja 2035 kehittyneelle etanolille, HVO-polttoaineelle ja BtL-polttoaineille. Kehittyneiden biopolttoaineiden nykyinen tuotantokapasiteetti ja kapasiteetin kehitysnäkymät perustuvat Pöyryn sisäisiin tietokantoihin, jotka pohjautuvat julkisiin tietolähteisiin.

Kehittyneiden biopolttoaineiden tuotanto on vielä hyvin pientä niin Euroopassa kuin globaalistikin. Tällä hetkellä kehittyneiden biopolttoaineiden tuotannon kokonaiskapasiteetti on noin 400 ktoe ja rakenteilla oleva kapasiteetti noin 300 ktoe, poislukien HVO-polttoaineet. Tästä tuotantokapasiteetista selkeästi suurin osa, yli 60 %, perustuu biokemialliseen etanolin tuotantoon. On kuitenkin huomattavaa, että julkistetuissa projekteissa BtL-polttoaineiden osuus kehittyneiden biopolttoaineiden kapasiteetista on jopa 60 % vuonna 2025, vaikka ne edustavat nykyisin vain 30 % tuotantokapasiteetista. Jos kaikki projektit toteutuvat suunnitelmien mukaisesti, kehittyneiden biopolttoaineiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti olisi noin 4 800 ktoe vuoteen 2025 mennessä. Arvioitu tuotantokapasiteetti vastaisi 1,8 % ennustetusta liikenteen polttoaineen kulutuksesta Euroopassa kyseisenä vuonna (European Commission, 2016). Vuoden 2025 kapasiteettiennusteen täyttyminen on kuitenkin kyseenalainen ottaen huomioon olemassa olevien tuotantolaitosten alhaisen käyttöasteen ja sen, että kaikkia julkistettuja projekteja ei todennäköisesti toteuteta. Lisäksi eräät kehittyneet biopolttoaineet eivät sellaisenaan kelpaa liikennekäyttöön ilman lisäprosessointia, mistä esimerkkinä on puuraaka-aineesta tuotettu pyrolyysiöljy. RED II -lainsäädännössä tavoitellut polttoainemäärät vaativat siis merkittävää hankekehityksen ja investointien kiihdyttämistä.

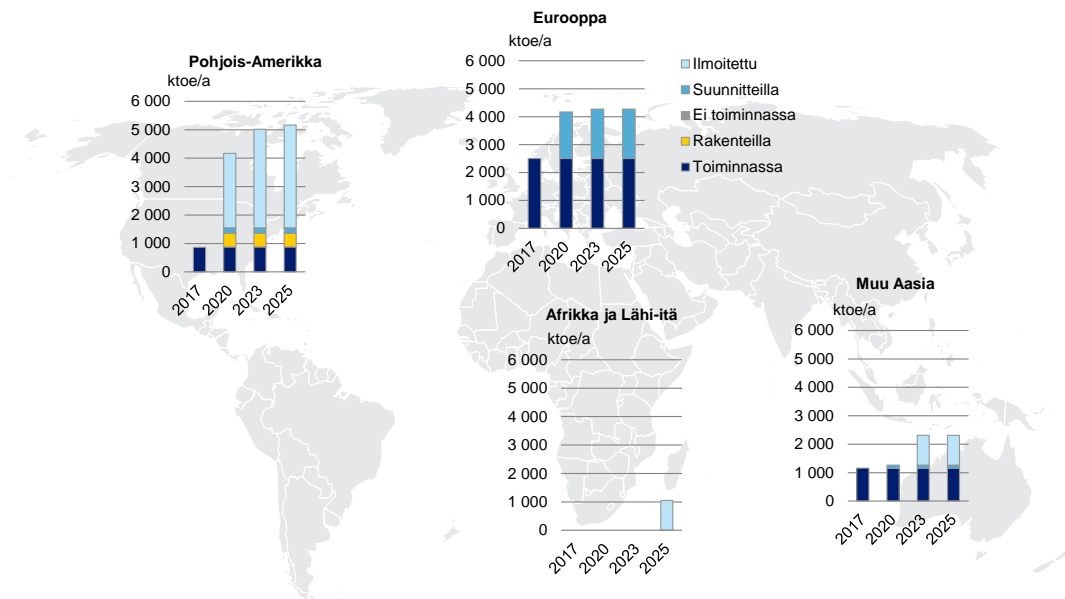
Kehittyneen etanolin tuotantokapasiteetin kasvu sijaitsee pääasiassa Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa (Kuva 16). Lisäksi esimerkiksi Intiassa on paljon vireillä maatalouden tähteitä hyödyntäviä etanoliprojekteja, joiden tarkoituksena on lisätä kotimaisen etanolin tuotantokapasiteettia. Maataloustähteet ovat myös globaalisti käytetyimpiä raaka-aineita kehittyneen etanolin projekteissa. Kaikista suunnitteilla olevista laitoksista yli 80 % perustuu biokemiallisiin tuotantometodeihin.

Kuva 16 Nykyinen ja suunnitteilla oleva kehittyneen etanolin tuotantokapasiteetti alueittain



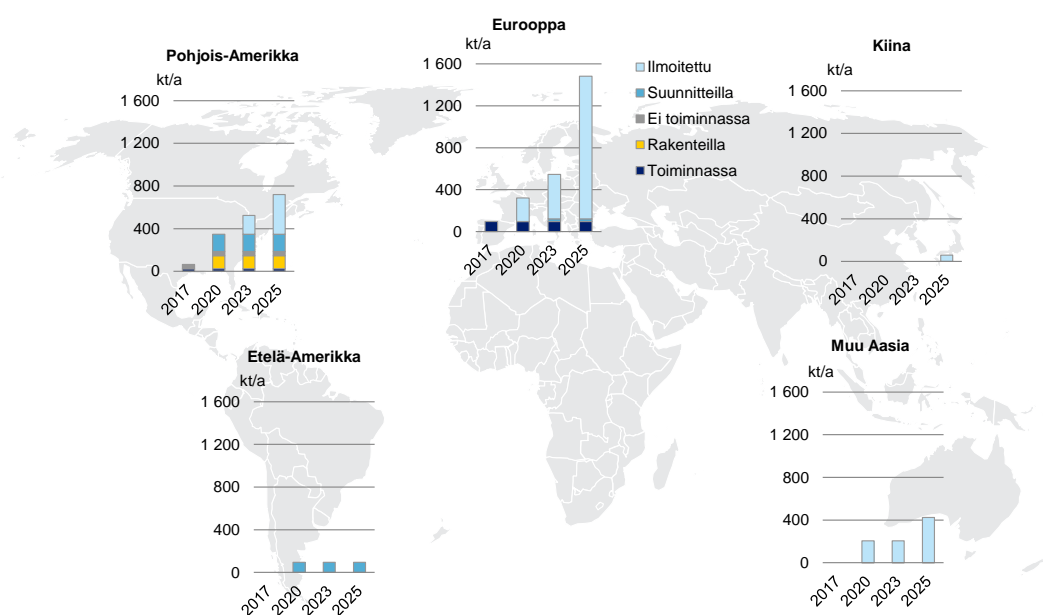
Selkeästi suurin osa suunnitteilla olevista biopolttoaineprojekteista on HVO-polttoaineiden tuotantoon perustuvia. HVO:n tuotantokapasiteetin on arvioitu olevan jopa 12 800 ktone vuonna 2025. Vaikka alla olevan kuvan (Kuva 17) mukaisesti HVO-polttoaineilla on selkeästi suurimmat tuotantoennusteet, vain enintään 10 % koko tuotannosta perustunee kehittyneisiin raaka-aineisiin (RED II, Liite IX osa A). HVO-polttoaineiden tuotantokapasiteetin kasvu on erityisen voimakasta Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa, joissa osa öljynjalostajista, kuten Andeavor, Eni ja Total, on muuttamassa olemassa olevaa öljynjalostuskapasiteettiaan HVO-polttoaineiden tuotantoon.

Kuva 17 Nykyinen ja suunnitteilla oleva HVO-polttoaineiden tuotantokapasiteetti alueittain



BtL-polttoaineiden tuotantokapasiteetin kasvu on voimakasta erityisesti Euroopassa, jossa monien suurien metsäyhtiöiden julkistamat projektit kasvattavat kapasiteettiennustetta huomattavasti (Kuva 18). Vaikka puupohjaiset raaka-aineet soveltuvat termokemiallisiin tuotantoprosesseihin huomattavasti paremmin kuin biokemiallisiin, perinteiset pyrolyysiöljyt vaativat kuitenkin lisäprosessointia ennen kuin niitä voi käyttää liikenteen polttoaineena. Vastavasti kaasutussynteesiin pohjautuvien polttoaineiden laatu on usein parempi, mutta kyseistä teknologiaa käyttävien projektien investointikustannukset ovat usein korkeammat kuin muilla kehittyneiden biopolttoaineiden projekteilla.

Kuva 18 Nykyinen ja suunnitteilla oleva BtL-polttoaineiden tuotantokapasiteetti alueittain



7.3. EU 2030 politiikan mukaiset kysyntämäärät EU RED II oletuksilla sekä pohjoismaissa

EU:n biopolttoaineiden kysyntä vuoteen 2030 RED II päätökseen perustuen

Saavutettu kompromissi uusiutuvan energian RED II direktiivistä on huomattavasti jäsenmaalähtöisempi kuin esimerkiksi ennen neuvotteluja esitetyt Komission ja Neuvoston kannat. Direktiivin jäsenmaille sallima vapaus määrittellä, mitä polttoaineita ja kuinka paljon ne haluavat maassa käytettävän, vaikeuttaa hyvän kokonaiskuvan luomista Euroopan biopolttoainemarkkinoista. Euroopan Komission vuonna 2016 julkaiseman referenssiskenaarion mukaan Euroopan tieliikenteen energiankulutus laskisi vuoden 2015 tasolta 292 Mtoe noin 270 Mtoe:n tasolle vuonna 2030 (European Commission, 2016). Vuoden 2030 tason avulla voidaan karkeasti arvioida, kuinka paljon kehittyneiden biopolttoaineiden alarajavoitteen (Liite IX osa A) mukainen kysyntä olisi, jos kaikki jäsenmaat saavuttaisivat 3,5 % tavoitetasoa. Laskennallisesti 270 Mtoe:n energiankulutus tieliikenteessä vastaisi 9,4 Mtoe:n kehittyneiden biopolttoaineiden kysyntää. Laskettu kysyntä vastaisi noin 100 laitoksen tuotantoa, jos keskimääräiseksi tuotantokapasiteetiksi oletetaan 100 ktoe vuodessa. Näin suuri kysyntä vaatisi siis eurooppalaiselta, ja myös maailmanlaajuiselta, biopolttoainesektorilta todella suuria investointi- ja kehityspanostuksia kehittyneiden biopolttoaineiden markkinoille saat-

tamiseksi. Lisäksi on huomioitava, että ne jäsenmaat, joiden taakanjakosektorin päästövähennystavoite on suuri, tulevat todennäköisesti tavoittelemaan selvästi korkeampia kehittyneiden biopolttoaineiden osuuksia kuin mitä direktiivin vähimmäistavoite edellyttää. Nämä kansalliset lisätoimet tulevat varovaisestikin arvioiden nostamaan kehittyneiden biopolttoaineiden kysynnän jopa 15 – 20 Mtoe tasolle vuonna 2030. Lisäkysynnän johdosta voidaankin olettaa, että osa jäsenmaista tuskin saavuttaa 3,5 % alatavoitetta, koska korkeampia biopolttoaineiden jakeluvoluitteita käyttävät maat täydentävät suhteessa enemmän EU:n kokonaistavoitetta. Se mihin toimiin Komissio ryhtyy 3,5 % alatavoitteen alittaneiden jäsenmaiden kanssa, riippuu paljon koko EU:n saavuttamasta kokonaistasosta. Uuden direktiivin ja kansallisten tavoitteiden avulla kehittyneiden biopolttoaineiden markkinat kasvavat todennäköisesti yli 10 Mtoe tasolle vuoteen 2030. Tällainen kysyntätaso antaisi positiivisen signaalin alan toimijoille ja sijoittajille. Markkinoiden hintamekanismit ja hintaprojektiot tulevat vielä riippumaan kansallisesta direktiivin toimeenpanosta. Sen osalta onkin nähtävissä, että Eurooppaan voi syntyä hyvin monia maakohtaisia toisistaan hieman eroavia biopolttoainemarkkinoita.

Muiden kuin kehittyneiden biopolttoaineiden osalta markkinanäkymä on hyvin epäselvä. Liikenteen alatavoitteen laskentasaäntöjen joustot antavat jäsenmaille pitkälti vapaat kädet asettaa voluitteita nykyisille biopolttoaineille. Jäterasvoista ja -öljyistä valmistettujen biopolttoaineiden enimmäisosuus 1,7 % tarkoittaa 4,6 Mtoe kysyntää vuodelle 2030 EU:n referenssiskenaarion kysyntäennusteen mukaisesti. Tähän kysyntään vastaavasta tuotannosta osa tulee varmasti perustumaan yhä edelleen esteröityihin biodieseleihin, joita tuotetaan nykyisissä biodiesellaitoksissa. Kasvava osuus jäteöljy ja -rasvoihin perustuvasta polttoainetuotannosta tulee perustumaan vedytysteknologiaan. Teknologiavalinnalla tavoitellaan uusiutuvan dieselin tuotantoa, koska uusiutuvalla dieselillä ei ole sekoitusrajoituksia polttoaineiden jakelussa. Se, kuinka suureksi vetykäsitellyn uusiutuvan dieselin osuus muodostuu jäterasvojen ja -öljyjen enimmäiskysynnästä, riippuu pitkälti jäsenmaiden asettamien biopolttoaineiden tavoitteiden suhteesta polttoainestandardien sekoitusrajoihin. Jos biopolttoaineille tavoitellaan kansallisesti yli 7 % kokonaisosuutta liikenteen energiankulutuksesta, uusiutuvan dieselin ja uusiutuvan bensiinin kysyntä kestävästä raaka-aineista kasvaa ja siten osin ohjaa myös raaka-aineiden käyttöä.

Biopolttoaineiden kysyntä Pohjoismaissa

Ruotsin, Norjan ja Tanskan biopolttoainemarkkinoiden arvioidaan kasvavan yhteensä noin 5 Mtoe:n tasolle vuonna 2030 nostaen biopolttoaineiden osuuden liikenteen energiakäytöstä noin kolmannekseen Pohjoismaissa (Suomen lisäksi). Ruotsilla, Norjalla ja Tanskalla on toisistaan eroavat biopolttoaineiden tavoitteet ja jakeluvoluitteet, joiden avulla biopolttoaineiden määrää pyritään kasvattamaan.

Ruotsi

Ruotsi on tällä hetkellä Euroopan johtava biopolttoaineiden käyttäjä. Vuonna 2017 biopolttoaineiden kulutus tieliikenteessä oli 1,7 Mtoe, joka vastasi 20,8 %:ia tieliikenteen kokonaisenergian kulutuksesta. Käytetystä dieselistä 26,6 % eli noin 1,2 Mtoe:ta oli biopolttoaineita. (Svebio, 2018)

Ruotsin pääasiallinen ohjauskeino biopolttoaineiden kysynnän lisäämiseksi on polttoaineiden jakelijoita koskeva vähennysvelvoite ("Reduktionsplikt"), joka tuli voimaan 1.7.2018. Tavoitteena on laskea liikenteen energiaperusteisia ominaispäästöjä 40 % vuoteen 2030 mennessä. Käytännössä vähennysvelvoite on CO₂ painotettu sekoitusvelvoite ja se koskee

liikenteessä käytettyjä perinteisiä polttonesteitä. Korkeaseospolttonesteitä kuten E85:tä tai ED95:tä ei lasketa mukaan vähennysvelvoitteeseen. (Energimyndigheten, 2017) Velvoitetasot on säädetty sitoviksi vasta vuosille 2018–2020. 40 % tavoite koskee bensiinin ja dieselin yhteenlaskettuja päästöjä ja velvoitetasot voidaan painottaa näiden kesken. Esimerkiksi vuonna 2020 bensiinin vähennysvelvoite on 4,2 % ja dieselin 21 %. Polttoaineiden jakelijat voivat käydä kauppaa mahdollisten yli- ja alijäämien tasaamiseksi, mutta mahdollista kalenterivuoden ylijäämää ei voi siirtää myöhemmille vuosille. (Sveriges Riksdag, 2017). Sakko velvoitteen täyttämättä jättämisestä on bensiinille noin 490 ja dieselille 390 EUR/t CO_{2eq}. (Sveriges Riksdag, 2018)

Ruotsi on asettanut kansallisen 70 %:n vähennystavoitteen liikenteen kasvihuonekaasupäästöille vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 2010 tasoon. Tavoitteen saavuttamisen tukemiseksi on perustettu kansallinen kanslia, 2030-sekretariatet. Kanslia on laatinut 10 kohdan ohjelman, jota seuraamalla tavoite on saavutettavissa. Ohjelma on periaatteellinen eikä ota kantaa toimenpiteisiin tai käytännön toteutukseen. Suuri osa vähenemästä on tarkoitus saavuttaa energiankulutuksen pienenemisen, liikkumisen tehostumisen ja kuluttaja käyttäytymisen muuttumisen kautta. Sähköautot ja biokaasu erityisesti julkisessa liikenteessä ovat yksi keino vähentää polttoaineiden kulutusta. (2030-sekretariatet) Tavoitteiden saavuttamisen laskettiin tarkoittavan noin 14 Mt CO₂ vähennystä ja 2,5 – 3,5 Mtoe:n biopolttoaineiden kulutusta Ruotsissa vuonna 2030.

Norja

Norja seuraa EU:n ilmastopoliittisia tavoitteita ja on sitoutunut vähentämään 40 % kasvihuonekaasupäästöjään vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasoon verrattuna. Norjassa on asetettu biopolttoaineille 20 % tavoite vuoteen 2020. Tavoitteesta kehittyneiden biopolttoaineiden osuus on 8 % ja perinteisten 12 %. Norjassa saavutettiin 20 % taso jo vuonna 2017, vaikka velvoite oli vain 7 %. Vuonna 2017 biopolttoaineiden kulutus oli noin 0,6 Mtoe, josta indonesialaiseen palmuöljyyn perustuvan biopolttoaineen osuus oli noin 46 %. Kesällä 2017 Norja kielsi palmuöljypohjaiset biopolttoaineet julkisissa hankinnoissa.

Vuoden 2020 jälkeinen biopolttoainepoliittikkaa ei ole vielä asetettu, mutta esimerkiksi Norjan työväenpuolue on ilmoittanut tavoittelevansa 40 % biopolttoaineosuutta vuonna 2030. (Norwegian Ministry of Transport and Communications, 2017) Nykyisellä liikenteen energiankulutuksella määrä vastaisi noin 1,4 Mtoe. Norjassa sähköautoja on edistetty usein eri ohjaukskeinoin, ja niiden osuus on noussut jo 20 % henkilöautojen uusmyynnistä. Norjan biopolttoaineiden tarpeen voidaan arvioida nousevan tasolle 1 Mtoe vuonna 2030, kohdistuen erityisesti kehittyneisiin polttoaineisiin.

Tanska

Tanskan biopolttoainekulutus oli vuonna 2016 noin 0,2 Mtoe (6,2 %), joka koostui lähes yksinomaan biodieselin käytöstä. Tanskan energiaviraston mukaan liikenteen energiankulutuksen ennustetaan pysyvän Tanskassa lähes vakiona (noin 3,8 Mtoe) vuoteen 2030 asti. (Danish Energy Agency, 2017)

Tanskassa on voimassa 5,75 % jakelovelvoite, jossa on sisällä 0,9 % erillisvelvoite kehittyneille biopolttoaineille. EU:n Tanskan taakanjakosektorille asettama vähennystavoite on Suomen lailla 39 % vuonna 2030. Tanskassa bioenergialla ja biopolttoaineilla on suuri rooli päästöjen vähentämisessä, mutta maa ei ole vielä esittänyt uusia biopolttoainetavoitteita vuoden 2020 jälkeiselle ajalle. Jos Tanskalle oletetaan myös korkeat biopolttoaineiden jake-

luosuudet muiden pohjoismaiden tapaan, Tanskan biopolttoaineiden tarve nousisi 1-1,5 Mtoe tasolle vuoteen 2030 mennessä.

Esimerkki: Britannian jakeluvelvoite vuoteen 2032 saakka

Britanniassa on käytössä ”The Renewable Transport Fuel Obligation, RTFO” -politiikka kasvihuonekaasujen vähentämiseksi maantieliikenteessä. Järjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2008 ja politiikan viimeisin ohjeistus on julkaistu maaliskuussa 2018. Järjestelmää operoidaan kaupattavien polttoainesertifikaattien (Renewable Transport Fuel Certificate, RTFC) avulla, joita myönnetään biopolttoaineiden toimittajille.

Kaikille Britannian polttoainetoimittajille, jotka jakelevat polttoaineita yli 450 000 litraa vuodessa, on määrätty vuosittainen biopolttoaineseoksen velvoite. Jotta polttoainetoimittajat täyttävät sekoitusvelvoitteen, heidän tulee täyttää jokin seuraavista vaatimuksista:

- Toimittajat ovat lunastaneet tarvittavat polttoainesertifikaatit omalla biopolttoaineiden toimituksillaan
- Toimittajat ovat lunastaneet tarvittavat polttoainesertifikaatit ostamalla ne avoimilta markkinoilta
- Toimittajat niin sanotusti ostavat itsensä ulos velvoitteesta sakkomaksuilla maksamalla päävelvoitteesta 30 penniä biopolttoainelitralta ja 80 penniä litralta kehittyneitä polttoaineita

Polttoainetoimittajat voivat täyttää 25 % velvoitteesta myös edellisen vuoden polttoainesertifikaateilla. Jätepohjaisia ja kehittyneitä polttoaineita ei oteta huomioon tuplalaskennassa.

RTFC-sertifikaattien hinnaksi on määritetty huhtikuusta 2018 alkaen 16,25 penniä per sertifikaatti. Aiemmalla kaudella (huhtikuu 2017 – huhtikuu 2018) sertifikaatin hinta oli 13,00 penniä per sertifikaatti. Ajanjaksolla 2016–2017 sertifikaatin hinta oli välillä 18,00–24,00 penniä per sertifikaatti ja keskiarvohinta oli 21,00 penniä. Jos polttoainetoimittajat eivät pysty täyttämään velvoitteita, polttoainetoimittajille seuraa siviilioikeudellinen rangaistus. Rangaistuksen suuruus on enintään 50 000 punttaa tai 10 % liikevaihdosta, joka on peräisin RTFO:n mukaisesta polttoaineesta (punan kurssi oli vaihdellut vuoden 2018 alusta elokuuhun 0,86 ja 0,91 EUR/GBP välillä).

Sekoitusvelvoite koskee tällä hetkellä vain biopolttoaineiden päävelvoitetta, mutta vuodesta 2019 eteenpäin kehittyneille biopolttoaineille tulee oma velvoite. Huhtikuusta 2018 lähtien myös ruokapohjaisille biopolttoaineille määritettiin maksimirajaksi 4 %. Ruokapohjaisen biopolttoaineen maksimirajoituksen velvoitteeseen luokitellaan polttoaineet, jotka on tehty tärkkelyspitoisista viljoista, sokereista, öljykasveista ja muista viljoista. Velvoitteeseen ei kuitenkaan lueta polttoaineita, jotka on tuotettu RED direktiivin liitteen IX raaka-aineista.

Kehittyneiden biopolttoaineiden sekoitusvelvoite luotiin kannustamaan niitä biopolttoainepolkuja, jotka tarvitsevat enemmän tukea ja sopivat paremmin Britannian pitkän aikavälin strategiaan tarpeisiin. Jotta polttoaine voidaan luokitella kehittyneeksi biopolttoaineeksi, sen tulee täyttää alla listatut raaka-aine- ja polttoainetyypivaatimukset (kustakin luokasta vähintään yksi vaatimus täyttyvä).

- Raaka-aine:
 - Uusiutuva polttoaine, joka on tuotettu tietyistä kestävästä jätteistä tai tähteistä (referenssilistana on tuplalaskennan alaisuudessa olevat polttoaineet)

- Uusiutuva polttoaine ei-biologista lähteistä
- Polttoainetyyppi
 - Vety
 - Lentopolttoaine
 - Maakaasua korvaava polttoaine eli kaasutuksella tai pyrolyysillä tuotettu uusiutuva metaani
 - Uusiutuva drop-in polttoaine, jonka sekoitusosuus bensiinissä tai dieselissä on vähintään 25 %

Tuplalaskennan alaisuuteen luokiteltavista polttoaineista on huomioitava, että Britannian listaus eroaa jossain määrin RED-direktiivin listauksesta. Britanniassa raakamäntööljy, kategoria 2 eläinrasvat ja sulfiittilipeä eivät kuulu tuplalaskennan piiriin, vaikka EU2020 direktiivissä ne kuuluvatkin. Polttoaineet, jotka täyttävät yllä esitetyt raaka-aine- ja polttoainetyyppivaatimukset lunastavat tuplalaskettavien kehittyneiden biopolttoaineiden RTFC-sertifikaatin.

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 7) on vielä laajemmin esitetty Britannian RTFO-politiikan sekoitusvelvoitteiden kehittyminen huhtikuusta 2017 vuoden 2032 loppuun. Biopolttoaineiden päävelvoite tulee kasvamaan alkuperäisestä 4.75 %:n velvoitteesta 12 %:iin vuonna 2030.

Taulukko 7: Britannian RTFO-politiikan sekoitusvelvoitteiden kehittyminen vuoteen 2032 (United Kingdom Department of Transport, 2018)

Til-% koko polttoaineseoksesta, poislukien tuplalaskenta ja XXX	Päävelvoite (%)	Ruokapohjaisten biopolttoaineiden maksimirajoite (%)	Kehittyneiden biopolttoaineiden velvoite (%)
15.4.2017 – 14.4.2018	4,7501	-	-
15.4.2018 – 31.12.2018	7,25	4,00	-
1.1.2019 – 31.12.2019	8,50	4,00	0,10
1.1.2020 – 31.12.2020	9,75	4,00	0,15
1.1.2021 – 31.12.2021	10,10	3,83	0,50
1.1.2022 – 31.12.2022	10,40	3,67	0,80
1.1.2023 – 31.12.2023	10,60	3,50	1,00
1.1.2024 – 31.12.2024	10,80	3,33	1,20
1.1.2025 – 31.12.2025	11,00	3,17	1,40
1.1.2026 – 31.12.2026	11,20	3,00	1,60
1.1.2027 – 31.12.2027	11,40	2,83	1,80
1.1.2028 – 31.12.2028	11,60	2,67	2,00
1.1.2029 – 31.12.2029	11,80	2,50	2,20
1.1.2030 – 31.12.2030	12,00	2,33	2,40
1.1.2031 – 31.12.2031	12,20	2,17	2,60
1.1.2032 – 31.12.2032	12,40	2,00	2,80

Sekoitusvelvoitteen kehittymisen ja ruokapohjaisten biopolttoaineiden maksimirajan pienentyessä tuplalaskennan alaisuuteen kuuluvien biopolttoaineiden kysynnän nähdään kasvavan Britanniassa tulevaisuudessa. Britannian liikenneministeriön (The Department for Transport, DfT) mukaan erityisesti korkeampien etanoli ja biodiesel seoksien tarve kasvaa, jotta vuoden 2030 12 %:n sekoitusvelvoite voidaan täyttää. Britanniassa polttoaineet sisältää yleensä enintään 5 % etanolia (E5) tai 3 % biodieseliä. Korkeampaa seossuhdetta varten kannattaisi käyttää tuplalaskennan piiriin kuuluvia polttoaineita. Liikenneministeriö onkin koonnut työryhmän keskustelemaan siitä, miten E10-polttoaineen käyttöönotto voitaisiin parhaiten saavuttaa siten, että polttoainetta käsitellään huolellisesti ja vanhoihin autoihin on saata-

villa niihin soveltuvaa polttoainetta. Liikenneministeriö kuitenkin korostaa, että päätös E10-polttoaineen toimittamisesta on polttoaineiden toimittajille kaupallinen päätös.

Korkeamman seossuhteen polttoaineiden lisäksi on kuitenkin hyvin todennäköistä, että tarvittaisiin myös korkean seossuhteen drop-in polttoaineita kuten uusiutuvaa dieseliä. On kuitenkin huomioitava, että uusiutuva HVO-diesel luokitellaan kehittyneiden biopolttoaineiden kategoriaan ainoastaan silloin, jos polttoaine on tuotettu tuplalaskennan piiriin kuuluvista raaka-aineista. Nykyisten politiikoiden perusteella Britanniasta tulee merkittävä markkina tuplalaskennan piiriin kuuluville biodieseleille kuten UCOME:lle ja kategoria 1 TME:lle.

8. BIOPOLTTOAINEIDEN HINNAT JA NIIDEN KEHITYS

Biopolttoaineiden hinnat vaihtelevat merkittävästi lähinnä maataloustuotteiden hintojen mukaan, mutta vuodesta 2012 voidaan havaita trendimäinen hintojen lasku. Vuoden 2013 jälkeen biopolttoaineiden hintojen riippuvuus öljytuotteiden hinnoista on lähes hävinnyt vaikka vielä vuoteen 2012 asti niiden hinnan oli todettu seuraavan pitkälti öljyn hintaa. Nykyisin perinteisten, eli ns. ensimmäisen sukupolven, biopolttoaineiden hinnat pohjautuvat pitkälti raaka-aineiden hinnan muutoksiin, jolloin etanolin hintaa ohjaavat sokerin, maissin ja vehnän maailmanmarkkinahintojen kehitys, kun taas perinteisen biodieselin hintaa ohjaavat lähinnä palmu-, soija- ja rypsiöljyn hinta ja hinnan muutokset.

Tehtyjen hinta-arvioiden avulla voitiin tarkastella 30 % jakeluvaihtoehdojen kustannusvaikutuksia niin käyttäjille kuin valtiontaloudelle. Fossiilisten polttoaineiden (diesel ja bensiini) osalta tulevaisuuden hinta-arviot kiinnitettiin IEA:n viimeisimmän World Energy Outlook 2017 -julkaisun öljynhintaennusteeseen, jossa raakaöljyn hinnaksi on määritetty 93 dollaria barreilta vuonna 2030. Perinteisten biopolttoaineiden vuoteen 2030 ulottuvien tulevaisuuden hinta-arvioiden pohjana käytettiin edellä mainittuja OECD-FAO hintaennusteita, sillä ennusteiden pohjalla on laaja maataloustuotteiden tuotanto- ja hintamallinnus. Lisäksi niiden taustaoletukset ovat yhteneväiset IEA:n öljynhintaennusteiden kanssa.

Tarjonnan niukkuuden voidaan lähes varmuudella olettaa olevan suurin ajuri kehittyneille biopolttoaineille ja niiden hinnoille, kun esitetyt sitovat alatavoitteet tulevat voimaan koko Euroopassa. Kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat nousisivat tarjonnan niukkuudesta johtuen dieselpolttoaineille noin 1 800 EUR/t (noin 1 720 EUR/toe) tasolle ja kehittyneen etanolin kohdalla 1 100 EUR/t (noin 1 780 EUR/toe) tasolle vuonna 2030. Kehittyneiden biopolttoaineiden hintataso olisi siis selvästi korkeampi kuin perinteisten biopolttoaineiden (FAME noin 630 EUR/t) tai uusiutuvan dieselin (HVO noin 1070 EUR/t) hinnat. Kehittyneiden biopolttoaineiden tarjontarajoitteinen markkinahinta asettuu lähelle asetettuja sakko- tai veroetuja. Täten voidaan olettaa, että pahimmassa tapauksessa jäsenvaltiot kilpailevat ohjauskeinojen avulla samoista niukoista kehittyneiden biopolttoaineiden tuotantomääristä.

8.1. Biopolttoaineiden hintakehitys vuoteen 2018

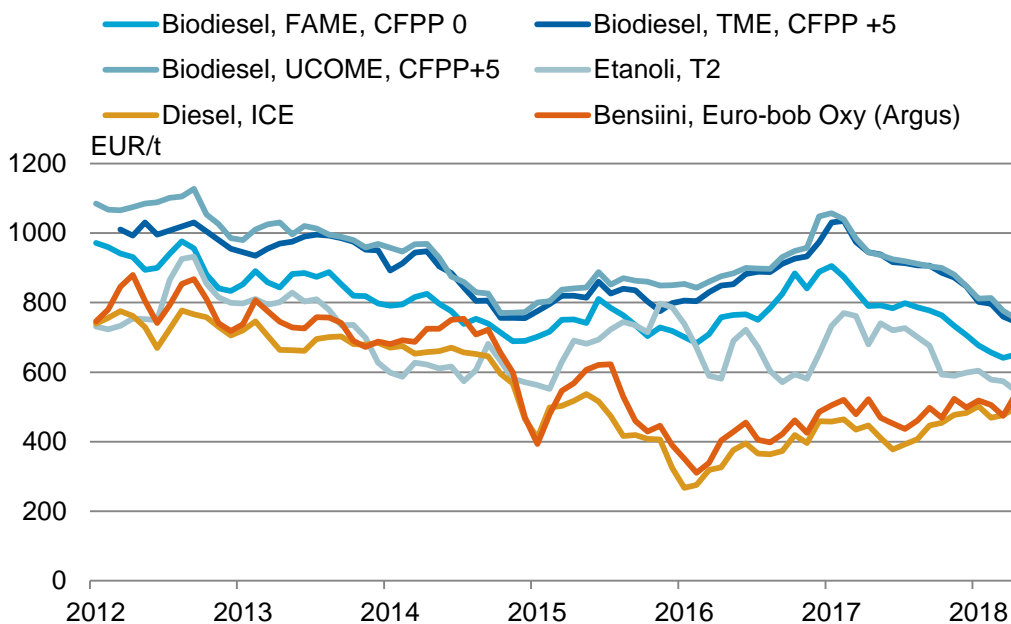
Biopolttoaineiden hinnat vaihtelevat merkittävästi lähinnä maataloustuotteiden hintojen mukaan, mutta vuodesta 2012 voidaan havaita trendimäinen hintojen lasku. Vuoden 2013 jälkeen biopolttoaineiden hintojen riippuvuus öljytuotteiden hinnoista on lähes hävinnyt vaikka vielä vuoteen 2012 asti niiden hinnan oli todettu seuraavan pitkälti öljyn hintaa. Biopolttoaineiden ja öljyn hinnan aiempi keskinäisriippuvuus oli yksi suurimpia syitä keskustelulle biopolttoaineiden ja ruoan hintojen välisistä yhteyksistä. Biopolttoaineiden ja ruoan hintojen välinen yhteys johti esimerkiksi EU:ssa ILUC-direktiivin valmisteluun ja uusiin säännöksiin, joilla pyrittiin rajaamaan ja vähentämään ruokapohjaisten biopolttoaineiden tukia ja käyttöä.

Biopolttoainepolitiikat, erityisesti Euroopassa, perustuivat ennen pääosin veroetuihin, jolloin biopolttoaineiden hinnat olivat vahvasti kytköksissä öljytuotteiden hintoihin. Viimeisen viiden vuoden aikana käyttöön otetut jakeluvaihtoehdot ovat osaltaan johtaneet hintojen keskinäis-

riippuvuuden vähenemiseen. Nykyisin perinteisten, eli ns. ensimmäisen sukupolven, biopolttoaineiden hinnat pohjautuvat pitkälti raaka-aineiden hinnan muutoksiin, jolloin etanolin hintaa ohjaavat sokerin, maissin ja vehnän maailmanmarkkinahintojen kehitys, kun taas perinteisen biodieselin hintaa ohjaavat lähinnä palmu-, soija- ja rypsiöljyn hinta ja hinnan muutokset. Vuonna 2014 alkanut öljynhinnan lasku ei ole lainkaan heijastunut eri biopolttoaineiden hintoihin. Hinnat ovat pysyneet keskimäärin tasaisella trendillä liikkuen pääasiassa kausivaihteluiden ja kauppapolitiikkojen muutosten mukaan.

2000-luvun alusta vuoteen 2010 jatkuneen globaalin raaka-ainehintojen korkeasuhdanteen on arvioitu johtaneen investointien kasvuun erityisesti maataloussektorilla. Lisääntyneet investoinnit ovat puolestaan johtaneet tuotannon tehostumiseen ja kustannusten laskuun perinteisten biopolttoaineiden pääraaka-aineiden osalta. OECD-FAO ennustaa tämän trendin yhä vahvistuvan varsinkin kasviöljyjen osalta aina vuoteen 2026 asti johtuen pääasiassa Kaakkois-Aasian palmuöljyn ja Etelä-Amerikan soijaöljyn tuotannon kasvusta (OECD-FAO, 2017). Samansuuntainen kehitys on ollut nähtävissä myös etanolin kohdalla, jossa kasvanut tuotanto ja tuotannon tehostuminen erityisesti Yhdysvalloissa ja Brasiliassa, on laskenut etanolin tuotantokustannuksia. OECD-FAO ennustaakin seuraavalle 10 vuodelle lähes tasaista reaalista hintakehitystä etanolin maailmanmarkkinahinnalle.

Kuva 19: liikenteen polttoaineiden hintakehitys 2012-2018 (F.O.Licht, 2018b)



8.2. Polttoaineiden hinnan kehitys vuoteen 2030

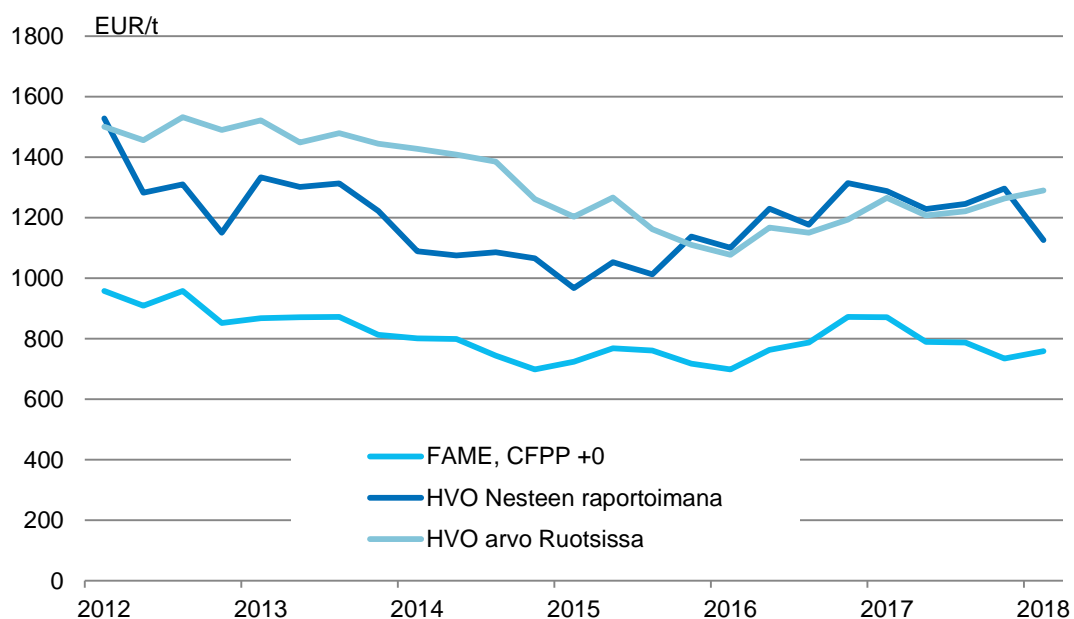
Tässä työssä on tehty hinta-arvioita liikenteen nestemäisille polttoainejakeille. Arvioiden avulla voitiin tarkastella 30 % jakeluvaihtoehtojen toteutusvaihtoehtojen kustannusvaikutuksia niin käyttäjille kuin valtiontaloudelle. Fossiilisten polttoaineiden (diesel ja bensiini) osalta tulevaisuuden hinta-arviot kiinnitettiin IEA:n viimeisimmän World Energy Outlook 2017 -julkaisun öljynhintaennusteeseen. Työssä käytettiin "New Policies"-skenaarion mukaista dollaripohjaista reaalihintaanustetta, jossa raaka-öljyn hinnan oletetaan nousevan 93 dollariin barreilta vuonna 2030. (International Energy Agency, 2017) Dieselin ja bensiinin hinnat arvioitiin tämän ennusteen pohjalta käyttäen niiden historiallisia hintakorrelaatioita suhtees-

sa raakaöljyyn. Vuodesta 2020 eteenpäin valuuttakurssien osalta käytettiin pitkänajan USD/EUR vaihtokurssiarviota 0,833.

Perinteisten biopolttoaineiden vuoteen 2030 ulottuvien tulevaisuuden hinta-arvioiden pohjana käytettiin edellä mainittuja OECD-FAO hintaennusteita, sillä ennusteiden pohjalla on laaja maataloustuotteiden tuotanto- ja hintamallinnus. Lisäksi niiden taustaoletukset ovat yhteneväiset IEA:n öljynhintaennusteiden kanssa. Biodieselin hinta arvioitiin OECD-FAO:n globaalin kasviöljyn hintaennusteen ja historiallisen kasviöljy-FAME hintasuhteen avulla FAME:n kesälaadulle (CFPP +0). Jätepohjaisten UCOME:n ja TME:n hinta-arviot tehtiin perustuen niiden historialliseen hintakehityksen suhteessa FAME:n hintoihin olettaen, että viimevuosien ohjauskeinot Euroopassa (esim. maakohtainen tuplalaskenta) säilyisivät nykyisen kaltaisina ja siten myös hintapreemiot noudattaisivat nykyistä tasoa.

Vetykäsiteltyjen kasviöljyjen tai HVO-polttoaineiden hinnoille ei ole saatavissa julkisia hintanoteerauksia tai -sarjoja, sillä HVO:n tuotanto ja kauppa on keskittynyt Euroopassa kolmelle toimijalle (Neste, ENI ja UPM) ja niiden oman jakelun ulkopuolisten myyntimäärien hinnat ovat pitkälti perustuneet kahdenvälisiin sopimuksiin. Myöskään tullitilastojen avulla ei voida määrittää HVO-polttoaineille tuonti- ja vientihintoja, sillä HVO-dieselin tullikoodi on sama kuin fossiilisen dieselin. Neste on maailman suurin uusiutuvan dieselin tuottaja ja se julkaiseekin osavuositarkastuksissaan kolmen kuukauden liikevaihdon ja myyntimäärät uusiutuvalle dieselille, joiden avulla voidaan laskea suuntaa-antava hinta-arvio ja –kehitys uusiutuvalle dieselille. Alan toimijoiden ja Pöyryn markkinanäkemyksen mukaan uusiutuvan dieselin tai HVO-polttoaineiden hinta on määrätynyt viimevuosina pitkälti eri maiden biopolttoaineiden veroetujen tai sakkomaksujen kautta. Ruotsi käytti vuonna 2017 jo yli puolet maailman uusiutuvan dieselin tuotannosta, joten Ruotsin veroedun ja fossiilisten polttoaineiden markkinahintojen avulla voitiin arvioida Nesteen tuloksesta johdetun hinta-arvion luotettavuutta. (Kuva 20)

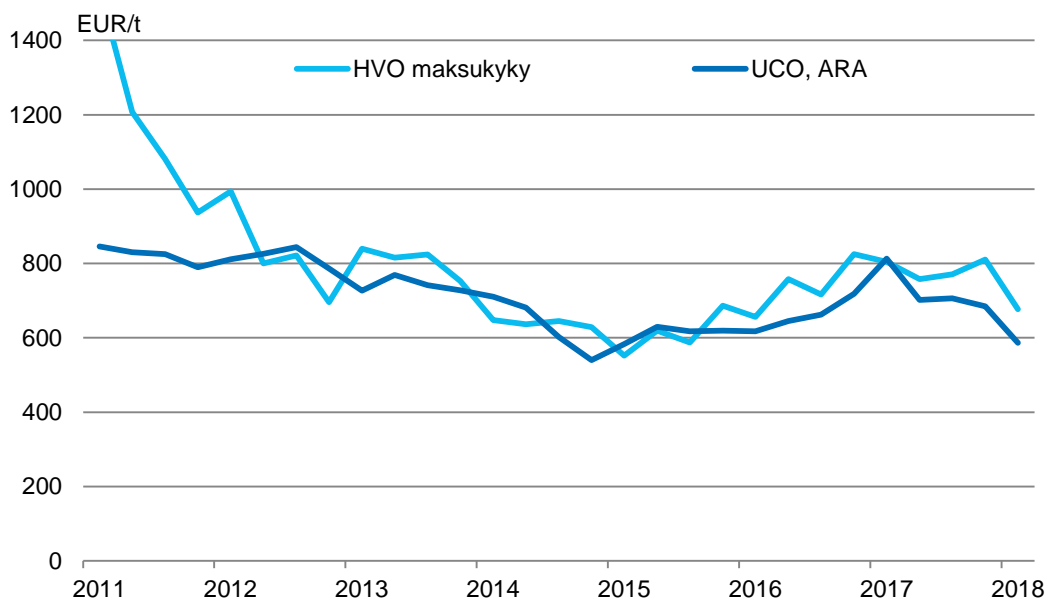
Kuva 20: Nesteen uusiutuvan dieselin keskimyyntihinta ja Ruotsin markkinahinnan kehitys viime vuosina suhteessa perinteiseen biodieseliin



Vuoteen 2030 ulottuvat uusiutuvan dieselin hinta-arviot muodostettiin pääosin jäterasvojen ja –öljyjen hintakehityksen ja HVO-polttoaineiden tuotantokustannusten sekä jalostusmargi-

naalin avulla. Edellä mainittujen UCOME:n ja TME:n hinnat arvioitiin siis FAME-biodieselin avulla, ja niiden raaka-aineiden, eli käytetyn paistoöljyn ja eläinrasvojen hintojen kautta. Jätäraaka-aineiden hinta-arvioissa oletettiin esteröijien jalostusmarginaalien hitaasti pienenemän, johtuen hyvälaatuisiin raaka-aineisiin kohdistuvasta kovasta kilpailusta sekä tuotannon keskittymisestä suurempiin yksiköihin. Arvio HVO-laitosten raaka-aineiden, kuten UCO:n, maksukyvyyn kehityksestä pohjautui HVO-polttoaineiden arvioituun toteutuneeseen hintakehitykseen ja vetykäsittelyn kustannuksiin (Kuva 21). Johtopäätös on, että todennäköinen HVO-kapasiteetin kasvu tulevana vuosikymmenenä Euroopassa pienentää jäteöljyihin perustuvan tuotannon jalostusmarginaaleja niin tuotteen hintapreemioiden laskun kuin raaka-aineiden hinnannousun kautta. EU:n esittämän ruokapohjaisten biopolttoaineiden maksimäärän asettuminen 7 %:n tasolle kasvattaa merkittävästi myös kasviöljypohjaisen uusiutuvan dieselin kysyntää. Sen hinnan arvioidaan asettuvan perinteisen biodieselin ja jättepohjaisen uusiutuvan dieselin välimaastoon, sillä kasviöljyjen hintojen arvioidaan jatkuvan laskuaan. Tällaisessa tilanteessa kasviöljyistä valmistettu uusiutuva diesel olisi kustannustehokas tapa kasvattaa biopolttoaineiden osuutta edullisimpana ”drop-in” biopolttoaineena. Tässä työssä oletettiin kasviöljypohjaisen uusiutuvan dieselin hinnan olevan 100 EUR/t halvempi kuin jäterasvoista ja -öljyistä valmistetun uusiutuvan dieselin.

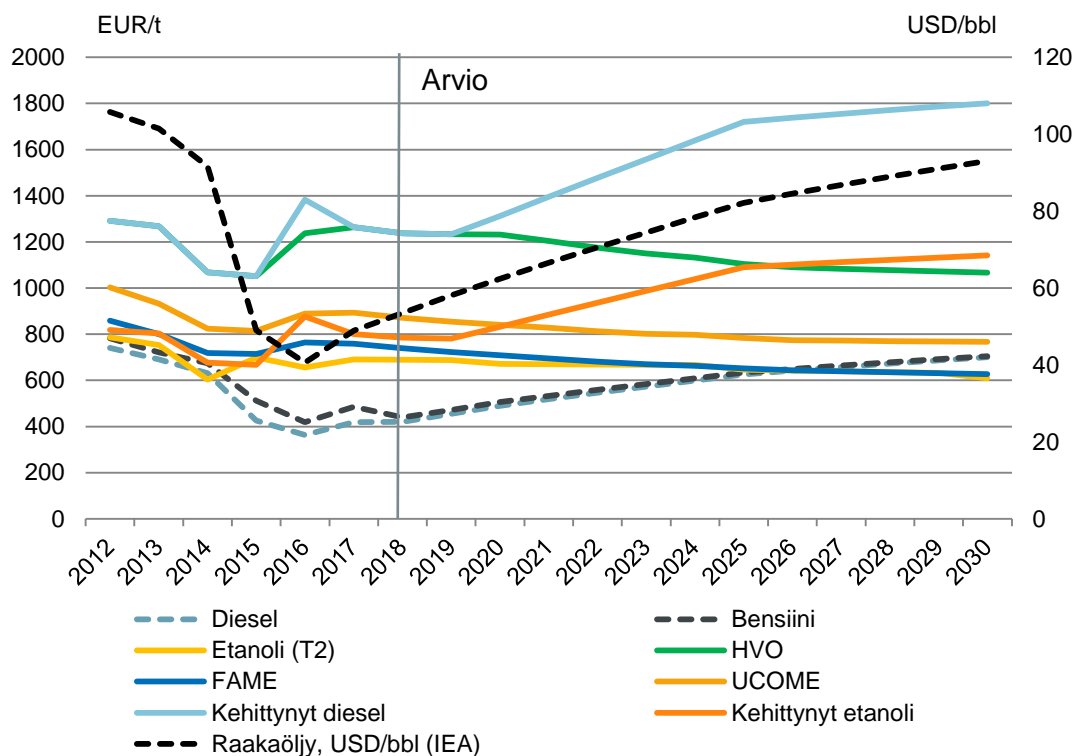
Kuva 21: Uusiutuvan dieselin laskennallinen maksukyky käytetystä paistorasvasta ja näiden hintahistoria Pohjois-Euroopassa (HVO jalostuskustannus 250 EUR/toe ml. pääomakustannus ja 83 % saanto UCO:sta toe/t pohjaisesti)



Uusiutuvan dieselin hintakehitys on hyvä esimerkki siitä, kuinka biopolttoaineiden hinnat noudattavat päämarkkinoilla vallitsevaa polttoaineen maksukykyyn perustuvaa hintaa tilanteessa, jossa tarjonta ja kilpailu olisivat niukkoja. Saman hinnanmääräytymismekanismiin voidaan olettaa toimivan Euroopassa myös vuoteen 2030 siirryttäessä, sillä nyt esitetyt tavoitteet vaatisivat erittäin suurta tuotannon kasvua niin HVO-polttoaineiden kuin kehittyneiden biopolttoaineiden osalta. HVO-polttoaineiden hinta-arvio laadittiin perustuen keskeisen raaka-aineiden hintakehitykseen sekä siihen, että ”drop-in” biopolttoaineiden tarve tulee kasvamaan merkittävästi tilanteessa, jossa Euroopassa pyritään nostamaan uusiutuvan energian osuutta liikenteessä yli 10 %:iin.

Tarjonnan niukkuuden voidaan lähes varmuudella olettaa olevan suurin ajuri kehittyneille biopolttoaineille ja niiden hinnoille, mikäli esitetyt sitovat alatavoitteet tulevat voimaan koko Euroopassa. Esitetyt kehittyneiden biopolttoaineiden tavoitteet vaatisivat arviolta yli 100 laitoksen rakentamista vuoteen 2030 mennessä, jotta minitavoite saavutettaisiin. On vielä epäselvää millaisilla ohjaukskeinoilla eri jäsenvaltiot pyrkivät saavuttamaan kehittyneiden biopolttoaineiden alatavoitteen, mutta todennäköisimmin markkinoiden voidaan sanoa olevan pääosin tarjontarajoitteisia. Tässä tilanteessa maat, joiden kehittyneille biopolttoaineille asettama jakeluvolvoite ei sisällä tarjonnan tasoon perustuvia joustomekanismeja tai kehittyneille biopolttoaineille on asetettu vahvat verokannustimet, toimivat markkinahinnan asettajina. Tällä hetkellä ainoastaan Britanniassa on voimassaoleva jakeluvolvoite, jossa on kehittyneille biopolttoaineille asetettu sertifikaatin maksimihinta. Tässä työssä käytettiin Britannian vuoteen 2032 asti ulottuvaa jakeluvolvoitetta ja sen sertifikaattien hintoja kehittyneiden biopolttoaineiden hinnan arviointiin (luku 7.3). Sertifikaatin arvo lisätään fossiilisten polttoaineiden verottomien hintojen päälle tilavuusperusteisesti ja siten saadaan kehittyneiden biopolttoaineiden hinnan yläraja. Työssä oletettiin, että sertifikaatin hintataso olisi 0,75 puntaa litraa kohden, eli hieman alle asetetun 0,8 puntaa per litran raja. Lisäksi oletettiin fossiilisten polttoaineiden hintojen seuraavan öljyn hintaa, kuten edellä on esitetty.

Kuva 22: Polttoaineiden hintakehitysarviot vuoteen 2030 saakka



Näillä oletuksilla kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat nousisivat tarjonnan niukkuudesta johtuen dieselpolttoaineille noin 1 800 EUR/t (noin 1 720 EUR/toe) tasolle ja kehittyneen etanolin kohdalla tasolle 1 100 EUR/t (noin 1 780 EUR/toe). Kehittyneiden biopolttoaineiden hintataso olisi siis selvästi korkeampi kuin perinteisten biopolttoaineiden tai uusiutuvan dieselin hinnat. On hyvin todennäköistä että kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat tulevat nousemaan hyvin korkeiksi Euroopassa, sillä riittää että muutama suuri tai keskisuuri EU-maa asettaa tiukat ohjaukskeinit kehittyneille biopolttoaineille. Tarjontarajoitteinen markkinahinta asettuu lähelle asetettuja sakko- tai veroetuja. Täten voidaan olettaa, että kehittyneiden biopolttoaineiden osalta jäsenvaltiot kilpailevat pahimmillaan samoista niukoista tuotanto-

määristä ohjauskeinojen avulla. Nykykäsityksen mukaan kovin niukkuus asettuisi juuri vuoden 2030 paikkeille, jolloin uuden teknologian biopolttoainelaitoksia on juuri päästy rakentamaan laajemmin ja samalla EU:n biopolttoainepolitiikka vaatii jo merkittävien biopolttoainemäärien käyttöä maatasolla. Kehittyneiden biopolttoaineiden hinnan voidaan myös arvioida jäävän lähelle tasoa 1 500 EUR/t, mikäli EU ja useat jäsenmaat eivät toteuta kehittyneiden biopolttoaineiden alatavoitetta täysmittaisena. Tässä tilanteessa hinta asettuisi riittäväälle tasolle investoijien ja rahoittajien näkökulmasta taatakseen riittävän tuoton sijoitetuille pääomille. Toisaalta kiihtynyt kilpailu kehittyneistä biopolttoaineista yhdistettynä uuden teknologian käyttöönoton hitauteen voisi nostaa hintoja dieselin osalta jopa yli 2 000 EUR/t tasolle, jos velvoitteiden täyttämättä jättämisen mahdolliset seuraamukset ovat taloudellisesti merkittäviä.

Aikaisemmissa Suomen tieliikenteen päästöjen vähennystä vuoteen 2030 tarkastelleissa selvityksissä on kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat arvioitu pääosin kotimaisten tuotantokustannusten perusteella, jolloin hinnat ovat myös sisältäneet mahdolliset investointituet uusien teknologioiden kaupallistamiseen ja demonstrointiin. Tässä työssä muutettiin hinnan määräytyminen markkinaperusteiseksi eikä kustannuspohjaiseksi siksi, että työryhmän ja alan toimijoiden näkemyksien mukaan Suomessa tuotettujen kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat määräytyvät (vienti-) markkinoilla eikä kotimaisen tuotannon mukaan. Vaikka kotimaiset kehittyneiden biopolttoaineiden tuotantolaitokset saisivatkin kansallisia investointiavustuksia, ei tuotteiden myyntiä voida rajoittaa vain Suomeen EU:n valtiotuki- ja vapaa-kauppasäännösten takia. Myöskään kotimaisia jakelijoita ei voi velvoittaa hankkimaan biopolttoaineitaan vain kotimaisilta toimijoilta.

9. VUOSIEN 2021–2030 BIOPOLTTOAINEOSUUDEN TOTEUTUSPOLUT HUOMIOIDEN RED II DIREKTIIVIN VAATIMUKSET

Suomen biopolttoaineiden jakeluvolvoitteen tavoitteena on toimeenpanna kansallisen ilmasto- ja energiatehokkuuden tavoitteita uusiutuvan energian käytön ja liikenteen päästöjen vähentämisen osalta. Tässä selvityksessä uuden jakeluvolvoitteen tavoitteeksi määriteltiin 50 %:n päästövähennys verrattuna vuoteen 2005 siten, että biovolvoitteen lisäksi muut päästöjä vähentävät toimet (energiatehokkuus ja sähköautot) toteutuisivat.

Tämän työn suosituksena on asettaa uusi jakeluvolvoite energiapohjaisena vuosittain määriteltynä biopolttoaineiden jakeluvolvoitteena. Kun jakeluvolvoitteen päätavoitteena on uusiutuvan energian direktiivin sijaan liikenteen päästöjen vähentäminen, voidaan tuplaskennasta myös luopua. Kehittyneiden biopolttoaineiden direktiivissä asetetun vähimmäistavoitteen täyttämiseksi voidaan jakeluvolvoitteeseen tehdä erillinen alavolvoite kehittyneille biopolttoaineille, jolla varmistetaan riittävä markkinaohjaus. Ruokapohjaisille ja liitteen IX osa B:n mukaisille biopolttoaineille asetetut enimmäismäärät voidaan myös vastaavasti määrittellä osaksi jakeluvolvoitteen määritelmiä niin, että jakelijoille jää riittävä vapaus toteuttaa biopolttoaineiden osuuden lisääminen.

Tavoitepolussa, jossa energiatehokkuus paranee tavoitellusti ja sähköautojen määrä on 250 000 vuonna 2030, biopolttoaineiden kokonaistarve nousee 800 ktoe:n tasolle vuonna 2025 ja pysyy samana myös vuonna 2030. RED II mukaisella kehittyneiden biopolttoaineiden vähimmäistavoitteella kehittyneiden biopolttoaineiden kokonaistarve olisi vain noin 55 ktoe vuonna 2030, sillä biokaasulla täytettäisiin lähes puolet 3,5 % tavoitteesta. Muun HVO:n eli ei ruoka- ja jätöpohjaisen HVO:n tarve nousisi samalla noin 640 ktoe vuonna 2030, koska näille polttoaineille ei ole asetettu rajoitteita. Tällöin Suomen vuoden 2030 biopolttoainepolitiikka perustuisi lähes pelkästään tuontiraaka-aineisiin, sillä vaikka kotimaista HVO tuotantoa onkin käytössä ja suunnitteilla yli kotimaisen tarpeen, raaka-aineista valtaosa olisivat tuonnin varassa. Jakeluvolvoitevaihtoehdossa 2, jossa kehittyneiden alavolvoite olisi 10 %, kehittyneiden biopolttoaineiden kulutus nousisi noin 240 ktoe tasolle vuonna 2030. Samalla muun HVO:n tarve laskisi vastaavasti noin 460 ktoe:n. Sama dynamiikka jatkuu myös jakeluvolvoitevaihtoehdossa 3, jossa kehittyneiden biopolttoaineiden 15 %:n osuus liikenteen energiankulutuksesta vastaisi 380 ktoe:ta vuonna 2030. Muun HVO:n osuus laskee vastaavasti noin 310 ktoe:n tasolle.

Tulosten perusteella suurimmat epävarmuudet liittyvät energiatehokkuuden kasvuun ja sen ajoittumiseen. Energiatehokkuudella nähdään olevan erittäin tärkeä rooli biopolttoaineiden aiheuttamien lisäkustannusten hallinnassa, sillä voimassa oleva taakanjakosektorin päästöjen kehitysura tulee olla vuosittain lineaarinen. Jos energiatehokkuuden, ja väijäämättä myös sähköautojen, vaikutus liikenteen energiankulutukseen on hyvin loppupainotteinen jaksolla 2020 – 2030, tulisi biopolttoaineilla vähentää päästöjä jakson puolivälissä suhteessa enemmän kuin jakson lopussa. Tällöin jakeluvolvoitteelle tulisi asettaa esimerkiksi 2-4 vuoden välein tapahtuva arviointipiste, jolloin säädettäisiin tulevien vuosien volvoitetta ylös- tai alaspäin.

9.1. Suomen biopolttoaineiden jakeluelvoitteen vaihtoehdot ja päätavoitteet

Suomen biopolttoaineiden jakeluelvoitteen tavoitteena on toimeenpanna kansallisen ilmast- ja energiastrategian tavoitteita uusiutuvan energian käytön ja liikenteen päästöjen vähentämisen osalta. Uusiutuvan energian direktiivi linjaa vuodelle 2030, että liikenteen uusiutuvan energian jakeluelvoitteet voi toteuttaa kansallisesti energia-, tilavuus- tai KHK-pohjaisina, kuitenkin niin, että EU:n jäsenmaille asettamat tavoitteet lasketaan energiaperusteisesti riippumatta kansallisista ohjaukeinoista. Suomessa on voimassa oleva energiaperusteinen jakeluelvoite, jonka mukaan vuonna 2020 jakelijoiden tulee täyttää jakelemistaan polttoaineista 20 % uusiutuvilla polttoaineilla huomioiden tuplalaskennan.

Tilavuusosuuteen perustuva jakeluelvoite on käytössä esimerkiksi Britanniassa, jolloin polttoainejakelijoiden uusiutuvien polttoaineiden osuus lasketaan niiden tilavuusosuutena jaetusta polttoainemäärästä. Tilavuuteen perustuva jakeluosuus on polttoainejakelijoille kaikkein yleisin tapa mitata ja raportoida polttoaineiden määrät, esimerkiksi verotuksen osalta. Polttoaineet, varsinkin biopolttoaineet, ovat energiasisällöltään ja tiheydeltään hyvin erilaisia, jolloin valtion tai vastaavan viranomaisen tehtäväksi jäisi energiaosuuksien ja päästövähennemien laskenta aina raportointikauden lopussa. Kun Suomen tavoitteena on ensisijaisesti vähentää liikenteen KHK-päästöjä, tilavuuspohjainen velvoite luo vain hallinnollista taakkaa ja tarpeen muokata jakeluelvoitetta biopolttoaineiden markkinaosuuksien muutosten mukaan. Tässä työssä tehtyjen toimijakuulemisten perusteella polttoaineiden jakelijat eivät myöskään esittäneet tarvetta siirtyä energiaperusteisesta jakeluelvoitteesta tilavuuspohjaiseen järjestelmään. Näin ollen Suomessa ei ole järkevää käyttää tilavuuspohjaista jakeluelvoitejärjestelmää, koska se aiheuttaa aika-ajottain hallinnollisesti lisätoimia.

KHK-päästöihin perustuva jakeluelvoite lähtee siitä, että toimijoiden tulee vähentää tavoiteuran mukaisesti toimitettujen polttoaineiden keskimääräistä KHK-päästöä per energia- tai tilavuusyksikkö. Päästöjä voidaan useissa maissa vähentää niin biopolttoaineilla kuin myös toteuttamalla todennettuja päästöjä vähentäviä investointeja polttoaineiden arvoketjussa, esimerkiksi öljynjalostamoilla. Biopolttoaineiden osalta laskennassa käytetään KHK-päästöjen todennettuja (sertifioituja) vähennyksiä, jotka voivat perustua EU:n viitearvoihin tai laitoksen ulkopuolisen toimijan todentamiin arvoihin. Ruotsin uusi velvoite matalaseosteisille biokomponenteille bensiinissä ja dieselissä vuosille 2018 – 2020 on juuri tällainen KHK-vähennykseen perustuva velvoite. Nykyisen ja uuden uusiutuvan energian direktiivin mukaan KHK-päästöihin perustuvaan jakeluelvoitteeseen lasketaan kuitenkin vain polttoaineiden tuotannossa ja käytössä saavutettavat päästöt. Joustoja muille sektoreille ei voida nykyään hyödyntää polttoainejakelijoiden velvoitteissa, joskin joitain joustomekanismeja esimerkiksi lento- ja laivaliikenteeseen ja öljylämmitykseen voidaan harkita osana velvoitteita.

Myös Suomessa on keskusteltu siitä, voisiko jakeluelvoite perustua energiasisällön sijasta KHK-päästöihin. Perusteluina on esitetty globaali tarve vähentää ilmastopäästöjä, jolloin polttoaineiden jakelijoiden mahdollisesti hankkimat ja rahoittamat päästövähennykset eri puolilta maailmaa tulisi sallia osaksi Suomen jakeluelvoitteen täyttämistä. Tämä malli voisi toimia ajatuksellisesti kuten Kioton sopimuksen mahdollistamat ”Joint Implementation” (JI) ja ”Clean Development Mechanism” (CDM). Näitä neuvotteluja käydään YK:n johdolla ja niiden käyttömahdollisuudet selviävät myöhemmin. Suomen vuosille 2021–2030 valmisteltavan jakeluelvoitteen osalta tällaisten maan rajojen ylittävien päästövähennemien salliminen osana biopolttoaineiden jakeluelvoitetta on monella tapaa ongelmallinen. Jakeluelvoitteen

pääasiallisena tavoitteena on saavuttaa EU:n Suomelle asettama taakanjakosektorin lineaarinen päästövähennys hyväksytyin säännöksiin. Jotta globaalit päästövähennemät voitaisiin hyväksyä osaksi kansallisia toimia, tulisi EU:n ja kansainvälisten linjausten ja sääntöjen olla hyväksyttynä osana voimassa olevaa lainsäädäntöä mukaan lukien päästövähennemien luetettavat todennusprosessit. Toisena haasteena KHK-päästöihin perustuvassa jakeluelvoitteissa on laskennallinen muutos polttoainekohtaisista päästövähennyksistä kansalliseen liikenteen päästöjen raportointiin. Päästövähennemissä biopolttoaineiden elinkaari päästöt ovat pääasiallinen raportointisuure, kun taas kansallisessa liikenteen päästöjen laskennassa kaikki kestävä biopolttoaineet ovat nollapäästöisiä. Tällöin kansallisen KHK-jakeluelvoitteen asettamisessa tulisi hyvin tarkkaan arvioida ja ennustaa toimijoiden mahdollisesti käyttämät biopolttoainejakeet ja niiden elinkaari päästöt. Kun nykyiset EU-tason direktiivit eivät mahdollista vapaasti sektorirajat ylittäviä päästökompensointeja, KHK-pohjaisella jakeluelvoitteella ei nähdä Suomen kannalta olevan lisäarvoa suhteessa energiaperusteiseen jakeluelvoitteeseen.

Tämän työn suosituksena on asettaa uusi jakeluelvoite energiaperusteisena vuosittain määriteltynä biopolttoaineiden jakeluelvoitteena. Kun jakeluelvoitteen päätavoitteena on uusiutuvan energian direktiivin sijaan liikenteen päästöjen vähentäminen, voidaan tuuplaskennasta myös luopua. Kehittyneiden biopolttoaineille direktiivissä asetetun vähimmäistavoitteen täyttämiseksi voidaan jakeluelvoitteeseen tehdä erillinen alavelvoite kehittyneille biopolttoaineille, jolla varmistetaan riittävä markkinaohjaus. Ruokapohjaisten ja liitteen IX osa B:n mukaisten biopolttoaineille asetetut enimmäismäärät voidaan myös vastaavasti määrittellä osaksi jakeluelvoitteen määritelmää, niin että jakelijoille jää riittävä vapaus toteuttaa biopolttoaineiden osuuden lisääminen. Kehittyneiden biopolttoaineiden hinta on ollut ja tulee pysymään selvästi korkeammalla kuin perinteisten biopolttoaineiden, joka tulee myös huomioida veloitteen rikkomisesta määrättävissä sakossa. Jakeluelvoitteen päätavoitteella varmistetaan se, että kansallinen biopolttoaineiden jakeluosuus on halutulla tasolla, esimerkiksi 30 % vuonna 2030. Sakan suuruudella sen sijaan varmistetaan se hintapreemio, mikä nähdään kansantaloudellisesti hyväksyttävänä lisähintana liikenteen päästötavoitteen saavuttamiselle. Kehittyneiden biopolttoaineiden alatavoitteelle voidaan asettaa oma sakkonsa (kuten esimerkiksi Britanniassa), jolla käytännössä määritetään suurin lisähinta, joka kehittyneiden ja perinteisten biopolttoaineiden välille hyväksytään. Tämän alatavoitteen rikkomisen ei vaikuta suoraan Suomen liikenteen päästöjen laskuun, vaan ohjaa sitä, mistä raaka-aineista polttoaineet on valmistettu. Myös kehittyneiden alatavoitteella voidaan välillisesti edistää kotimaisten investointien näkymiä kysynnän osalta sekä asettaa riittävän korkea sakkomaksu, jolla luodaan mekanismeja kehittyneiden biopolttoaineiden lisäarvosta suhteessa muihin biopolttoaineisiin.

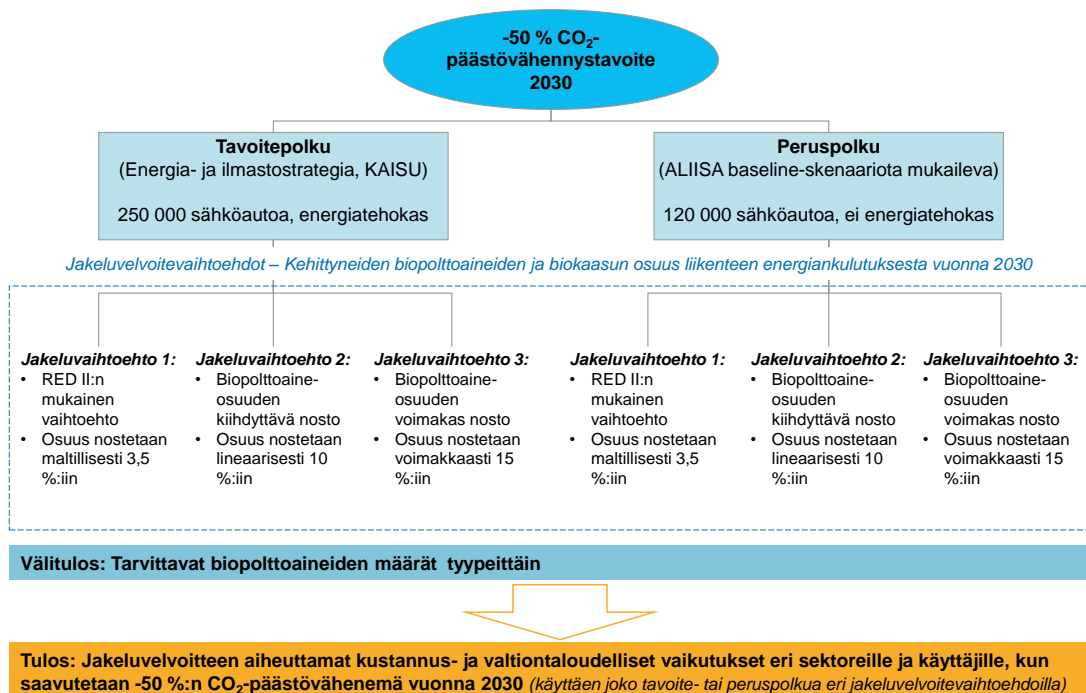
Kappaleen yhteenvedon voidaan todeta, että energiaperusteinen jakeluelvoitejärjestelmä soveltuu parhaiten Suomen päästövähennystavoitteiden saavuttamiseen. Tilavuus- ja KHK-pohjaisten järjestelmät soveltuvat huonosti Suomeen, koska näiden järjestelmien suorat päästövähennemät eivät ole yhteneväisiä Suomen tavoitteiden kanssa. Lisäksi tilavuus- ja KHK-päästöjärjestelmissä viranomaisien tulee erikseen laskea saavutettu päästövähennys, koska näissä järjestelmissä ristiriitoja aiheuttavat maan rajojen yli tapahtuvat päästövähennemät ja tiheydeltään erilaiset polttoaineet.

9.2. Energia- ja ilmastostrategian mukainen biopolttoaineiden jakeluelvoite ja sen määräarviot

Työn tavoitteen mukaisesti, määräarviot biopolttoaineiden tarpeesta vuosina 2020, 2025 ja 2030 täytyi määrittää, jotta 30 %:n jakeluelvoitteen kustannus- ja valtiontaloudelliset vaikutukset voitiin arvioida. Uuden jakeluelvoitteen tavoitteeksi annettiin tässä selvityksessä, että bioelvoite yhdistettynä muihin päästöjä vähentäviin toimiin (energiatehokkuus, sähköautot) tuottaa liikenteessä 50 %:n päästövähennys verrattuna vuoteen 2005. Tämän tavoitteen toteutuminen kestäväillä biopolttoaineilla, sähköautoilla tai biokaasulla toteuttaisi joka tapauksessa EU:n 14 % uusiutuvan energian tavoitteen liikenteessä, jolloin velvoitetta valittaessa esimerkiksi tuplalaskennalla olisi vain kansallinen ohjausvaikutus.

50 %:n CO₂-päästövähennysten lisäksi, jakeluelvoitteen kustannus- ja valtiontaloudellisten vaikutusten sekä ja biopolttoainetarpeiden arvioinnin pohjana oli kaksi eri biopolttoaineiden päätoteutuspolkua (Kuva 23). Biopolttoaineiden päätoteutuspoluille on käytetty nimityksiä tavoitepolku ja peruspolku, joille kummallekin on määritelty samat kolme jakeluelvoitevaihtoehtoa. Tavoitepolussa on tarkasteltu toimeksiannon mukaisesti Energia- ja ilmastostrategian mukaisia biopolttoaineiden käyttömääriä siten, että vuonna 2030 sähköautoja on 250 000 ja energiatehokkuustoimilla on saavutettu 1,6 Mt päästövähennys peruspolkuun verrattuna. Peruspolussa sen sijaan on mukailtu ALIISAn baseline-skenaariota siltä osin, että sähköautojen lukumäärä vuonna 2030 olisi 120 000 ja energiatehokkuus ei paranisi vuoteen 2030. Peruspolun erona ALIISAn baseline-skenaarioon on se, että biopolttoaineiden osuutta ei ole rajattu baseline-skenaariota mukaisesti 13,5 %:iin, vaan tarkastelussa on määritetty nimenomaan biopolttoaineiden tarve, jolla 50 %:n CO₂-päästövähennys saavutettaisiin.

Kuva 23: 30 %:n jakeluelvoitteen saavuttamiseen tarvittavien biopolttoainemäärien sekä kustannus- ja valtiontaloudellisten vaikutusten arvioinnissa tarkastellut biopolttoaineiden toteutuspolut



Biopolttoaineiden jakeluvaihtoehdolle luotiin kolme erilaista toteutusvaihtoehtoa, jotka kaikki perustuivat energiapohjaiseen velvoitteeseen ilman tuplalaskentaa. Jakeluvaihtoehto 1 perustuu RED II:n kehittyneiden biopolttoaineiden ja biokaasun alatavoitteen mukaiseen polkuun, jossa niiden osuus liikenteen energiankulutuksesta nousee maltillisesti 3,5 % tasolle vuonna 2030. Jakeluvaihtoehdossa 2 halutaan kansallisesti nostaa kehittyneiden biopolttoaineiden ja biokaasun osuus tasaisesti 10 % tasolle, jonka tavoitteena on lisätä koko jakeluvaihtoehdon kotimaisuusastetta ja tuoda markkinoille kasvavia määriä kehittyneitä biopolttoaineita ja biokaasua. Jakeluvaihtoehdossa 3 halutaan nostaa kehittyneiden biopolttoaineiden ja biokaasun osuus jopa 15 % liikenteen energiankulutuksesta loppuun kiihtyvällä uralla, jolla tavoitellaan noin 50 % kotimaisuusastetta biopolttoaineiden ja biokaasun raaka-aineiden osalta. Kehittyneiden biopolttoaineiden osalta on myös oletettu jako ”drop-in” uusiutuvaan dieseliin ja bensiiniin (lyhennetty kehittynyt diesel) sekä kehittyneeseen etanoliin, joiden osuuksia pidettiin eri jakeluvaihtoehdoissa annetuilla tasoilla. Lyhennetty kehittynyt diesel on käytetty tässä työssä sekä uusiutuvalla dieselillä että bensiinillä sen takia, että uusiutuvan bensiinin osuus vetykäsitellyissä biopolttoaineissa on tyypillisesti vain noin 10–15 % kokonaismäärästä. Joissain tapauksissa ruokapohjaisten biopolttoaineiden rajan saavuttaminen vaati suurempaa kehittyneen etanolin kulutusta E10 bensiinin osana, jolloin kehittyneen etanolin osuutta kehittyneiden biopolttoaineiden kokonaismäärästä nostettiin.

Biopolttoaineiden jakeluvaihtoehdon mukaisten polttoainemäärien laskennan lähtöoletukset noudattelivat kappaleessa 4 esitettyjä liikenteen energiankulutusmääriä sekä biopolttoaineiden kokonaistarvetta. RED II linjausten mukaisesti, Suomen biopolttoaineiden toteutuspoluissa ruokapohjaisten biopolttoaineiden osuus oletettiin pysyvän 2 % tasolla tasaisesti vuosien 2020–2030 välillä. Tämä oletus valittiin yhdessä työryhmän ja ohjausryhmän kanssa perustuen viimevuosien toteutuneisiin osuuksiin. Herkkyyslaskennassa laskettiin myös vastaavat biopolttoainemäärät 7 % ruokapohjaisten biopolttoaineiden enimmäismäärällä, jotta kyseisen oletuksen vaikutuksia voitiin arvioida loppukäyttäjien kustannuksiin ja kansantalouteen. Myös Liite IX osa B:n mukaisten jäteöljyjen ja –rasvojen enimmäismäärä 1,7 % liikenteen energiankulutuksesta vakioitiin läpi laskennan. Laskennan oletusten yksinkertaistamiseksi perinteisen biodieselin osuus oletettiin perustapauksessa nolaksi, johtuen hyvin pienistä osuuksista viimevuosien polttoainemyynnistä. Lisäksi 50 % osuus B7 standardin mahdollistamasta sekoitusosuudesta laskettiin osaksi herkkyysanalyysia. Biodieselin laskennalliseksi enimmäismääräksi arvioitiin vuositasolla 5,8 tilavuus-% (5,4 % energiana), jolloin talvella 4 kuukauden ajan sekoitusosuus olisi vain 3,5 tilavuus-% ja muun ajan 7 tilavuus-%. Jos Suomen ruokapohjaisten biopolttoaineiden raja jää toteutuman mukaan arvioituun 2 %:iin tai alle vuonna 2020, FAME:n osuus tulee todennäköisesti pysymään hyvin pienenä tai jopa poistumaan kokonaan. FAME:n poistuminen johtuisi käytännössä siitä, että ruokapohjaisen etanolin käyttö bensiinin biokomponenttina täyttäisi ruokarajoitteen, jolloin FAME:a ei voitaisi enää käyttää dieselin biokomponenttina.

Vaihtoehtojen pääoletukset ovat esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 8). Oletuksissa ei ole huomioitu raideliikennettä, vaan laskelmat on tehty ainoastaan tieliikenteelle. Alle on koottu taulukon rivikohtaisten otsikoiden selitykset:

- *Kehittyneiden biopolttoaineiden ja biokaasun osuus liikenteen energiankulutuksesta:*
 - o RED II:n liitteen 9 A mukaisten biopolttonesteiden tavoiteltu prosenttiosuus liikenteen energiakäytöstä

- *Biopolttoaineiden jakeluvelvoite*
 - o Vaadittu nestemäisten biopolttoaineiden osuus jaelluista polttoaineista, jotta 50 %:n päästövähennys saavutetaan liikenteessä vuonna 2030.
- *Kehittyneiden biopolttonesteiden alavelvoite (biokaasun määrä vakioitu):*
 - o Liikenteen kehittyneiden biopolttoaineiden osuus kaikista jaelluista polttoaineista
 - o Biokaasun määrä vakioitu 44 ktoe
- *RED II mukainen uusiutuvan energian osuus liikenteessä (Tuplalaskennalla)*
 - o Kaikkien biopolttoaineiden ja sähkön osuus tieliikenteen kokonaisenergian kulutuksesta huomioiden tuplalaskenta (tuplalaskenta RED II:n liitteen 9 biopolttoaineille ja nelinkertainen laskenta uusiutuvalle sähkölle)
- *Kehittyneiden biopolttoaineiden jakauma diesel ja etanolijakeisiin*
 - o Valitut oletukset kehittyneiden biopolttoaineiden energiaperusteisesta jakautumisesta kehittyneen dieselin, bensiinin ja etanolin välillä

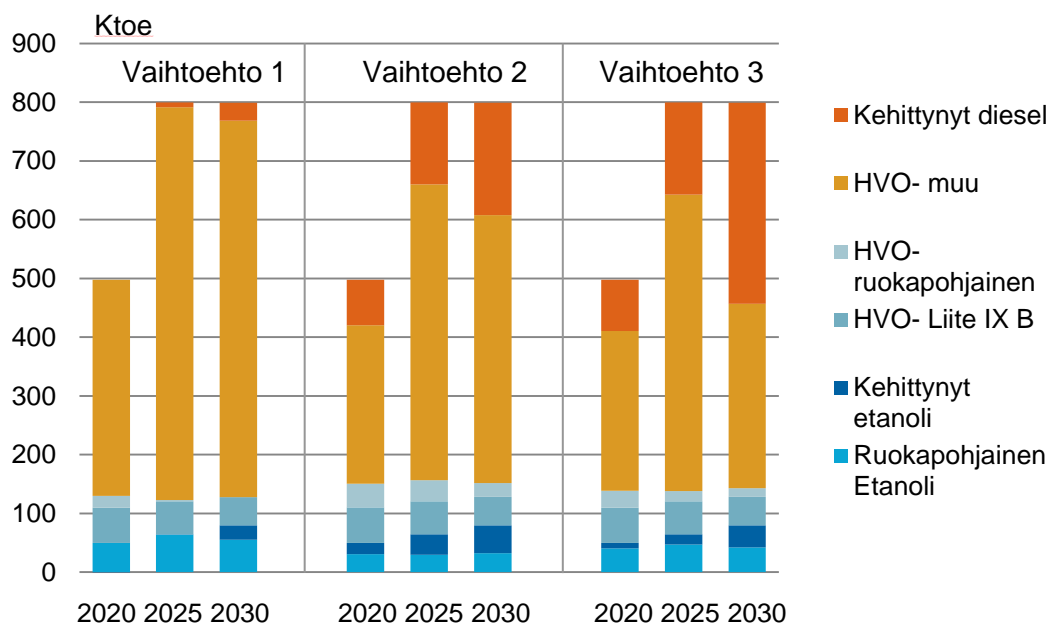
Taulukko 8: Biopolttoaineiden jakeluvaihtoehtojen vaihtoehdot ja niiden oletukset

Jakeluvaihtoehto (kts. Kuva 23)	1	2	3
Kehittyneiden <u>biopolttoaineiden ja biokaasun osuus liikenteen energiankulutuksesta</u>	0,2 % (2020) 1,0 % (2025) 3,5 % (2030)	3,0 % (2020) 6,0 % (2025) 10,0 % (2030)	3,0 % (2020) 6,0 % (2025) 15,0 % (2030)
Biopolttoaineiden jakeluvaihtoehto			
Tavoitepolku (Energiatehokas liikenne, 250 000 sähköautoa)	14,2 % (2020), 24,7 % (2025), 29,6 % (2030)		
Peruspolku (Ei-energiatehokas, 120 000 sähköautoa)	18,0 % (2020), 29,9 % (2025), 42,9 % (2030)		
Kehittyneiden <u>biopolttoaineiden alavelvoite (biokaasun määrä vakioitu)</u>			
Tavoitepolku (Energiatehokas liikenne, 250 000 sähköautoa)	0,0 % (2020) 0,3 % (2025) 2,0 % (2030)	2,8 % (2020) 5,4 % (2025) 8,8 % (2030)	2,8 % (2020) 5,4 % (2025) 14,0 % (2030)
Peruspolku (Ei-energiatehokas, 120 000 sähköautoa)	0,0 % (2020) 0,3 % (2025) 2,3 % (2030)	2,7 % (2020) 5,4 % (2025) 8,9 % (2030)	2,7 % (2020) 5,4 % (2025) 14,0 % (2030)
RED II mukainen uusiutuvan energian osuus liikenteessä (Tuplalaskennalla)			
Tavoitepolku (Energiatehokas liikenne, 250 000 sähköautoa)	15 % / <u>17 %</u> (2020) 27 % / <u>29 %</u> (2025) 35 % / <u>40 %</u> (2030)	15 % / <u>20 %</u> (2020) 27 % / <u>34 %</u> (2025) 35 % / <u>47 %</u> (2030)	15 % / <u>20 %</u> (2020) 27 % / <u>34 %</u> (2025) 35 % / <u>52 %</u> (2030)
Peruspolku (Ei-energiatehokas, 120 000 sähköautoa)	18 % / <u>20 %</u> (2020) 33 % / <u>36 %</u> (2025) 45 % / <u>50 %</u> (2030)	18 % / <u>23 %</u> (2020) 33 % / <u>41 %</u> (2025) 45 % / <u>57 %</u> (2030)	18 % / <u>20 %</u> (2020) 33 % / <u>36 %</u> (2025) 45 % / <u>62 %</u> (2030)
Kehittyneiden <u>biopolttoaineiden jakauma diesel ja etanolijakeisiin</u>	90 % uusiutuvaa dieseliä ja bensiiniä, 10 % kehittyntä etanolia	80 % uusiutuvaa dieseliä ja bensiiniä, 20 % kehittyntä etanolia	90 % uusiutuvaa dieseliä ja bensiiniä, 10 % kehittyntä etanolia

Edellä mainituilla oletuksilla laskettiin biopolttoaineille polttoainejakeittain kulutusarvot vuosille 2020, 2025 ja 2030 niin, että kokonaismäärät vastaavat liikenteen 50 %:n päästövähennyspolkua vuoteen 2030 ja jakeluvaihtoehdolle asetetut vähimmäis- ja enimmäismäärät

toteutuvat. Tavoitepolussa, jossa sähköautojen määrä ja energiatehokkuus paranevat tavoitellusti, biopolttoaineiden kokonaistarve nousee 800 ktoe:n tasolle vuonna 2025 ja pysyy samana myös vuonna 2030. Jakeluvaihtoehdossa 1 eli RED II mukaisella kehittyneiden biopolttoaineiden vähimmäistavoitteella kehittyneiden biopolttoaineiden kokonaistarve olisi vain noin 55 ktoe vuonna 2030, sillä biokaasulla täytettäisiin lähes puolet 3,5 % tavoitteesta. Muun HVO:n eli ei ruoka- ja jättepohjaisen HVO:n tarve nousisi samalla noin 640 ktoe vuonna 2030, koska näille polttoaineille ei ole asetettu rajoitteita. Tällöin Suomen vuoden 2030 biopolttoainepolitiikka perustuisi lähes pelkästään tuontiraaka-aineisiin, sillä vaikka kotimaista HVO tuotantoa onkin käytössä ja suunnitteilla yli kotimaisen tarpeen, raaka-aineista valtaosa olisivat tuonnin varassa. Jakeluvaihtoehdossa 2, jossa kehittyneiden alataivoite olisi 10 %, nousisi kehittyneiden biopolttoaineiden kulutus noin 240 ktoe tasolle vuonna 2030. Samalla muun HVO:n tarve laskisi vastaavasti noin 460 ktoe:n. Tämä sama dynamiikka jatkuu myös kolmannessa jakeluvaihtoehtovaihtoehdossa, jossa kehittyneiden biopolttoaineiden osuus on 15 % liikenteen energiankulutuksesta. Jakeluvaihtoehdossa 3 ja määrä nousee jopa 380 ktoe:n vuonna 2030. Muun HVO:n osuus laskee vastaavasti noin 310 ktoe:n tasolle. (Kuva 24)

Kuva 24: Nestemäisten biopolttoaineiden tarve vuosina 2020, 2025 ja 2030 tavoitepolun eri jakeluvaihtoehtovaihtoehdoilla

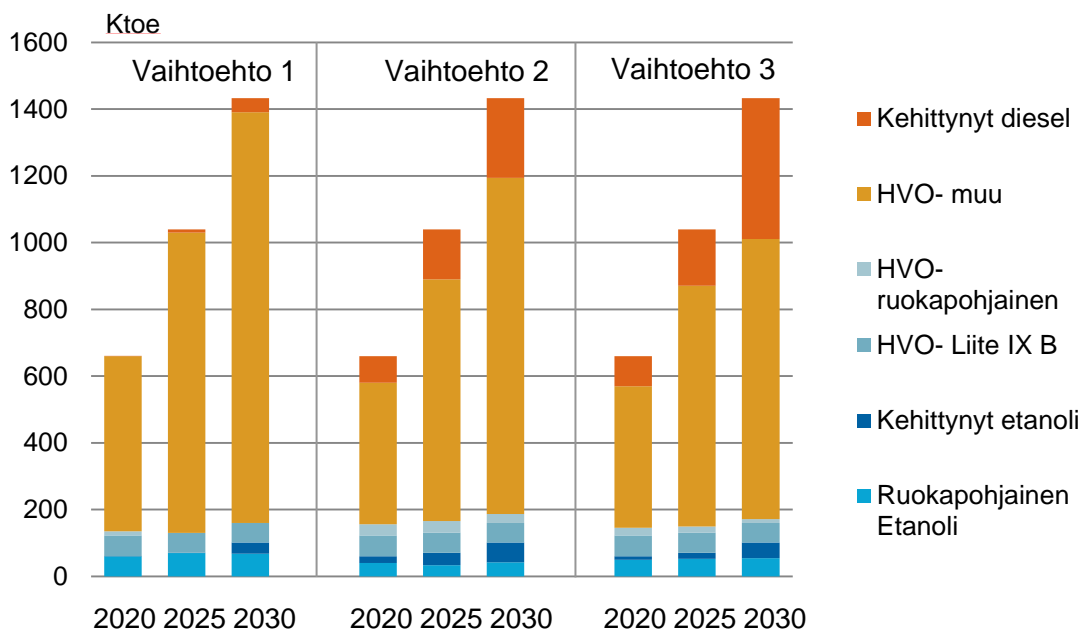


Energia- ja ilmastostrategian tavoitteiden eli tavoitepolun mukaiset biopolttoainemäärät ovat saavutettavissa hyvin pitkälti jo olemassa olevalla kapasiteetilla sekä toteutuessaan suunnitelluilla investoinneilla. Tuontia ja vientiä tulee tapahtumaan eri polttoaineiden osalta, mutta Suomen jakeluvaihto, varsinkin RED II vaatimuksia korkeammilla kehittyneiden biopolttoaineiden alataivoitteilla, voitaisiin toteuttaa pitkälti kotimaiseen tuotantoon tukeutuen.

Jotta epävarmuuksien suuruutta voitiin tutkia, tässä työssä laskettiin biopolttoaineiden tarve myös toteutuspolulle, jossa energia- ja ilmastostrategian mukaisin energiansäästötoimia ei saada toteutettua ja sähköautojen määrä jäisi 120 000 tasolle vuonna 2030 (Kuva 23, peruspolku). Peruspolun mukaisessa toteutuspolussa biopolttoaineiden kokonaistarve nousisi jopa 1 400 ktoe:n tasolle vuonna 2030, joka RED II rajoitusten mukaan tarkoittaisi lähinnä muun HVO-polttoaineiden kasvua 800–1 200 ktoe:n tasolle vuonna 2030. Samanaikaisesti

myös suuremman liikenteen polttoainekulutuksen takia kehittyneiden biopolttoaineiden kulu-
tus olisi noin 20 % korkeampi, eli 470 ktoe, kuin tavoitepolussa. (Kuva 25)

Kuva 25: Nestemäisten biopolttoaineiden tarve vuosina 2020, 2025 ja 2030 peruspolun eri jakeluelvoitevaihtoehdoilla



Biopolttoaineosuuksien ja kappaleessa 8 esitettyjen hinta-arvioiden perusteella työssä arvi-
oitiin myös kuluttajien polttoaineiden hinnan muutosta verrattuna vertailupolkuun, jossa bio-
polttoaineiden osuus pysyisi vuoden 2014 tasolla. Uudet bensiinin ja dieselin pumppuhinnat
on esitetty alla olevassa taulukossa nykyverotaisin (Taulukko 9). Kuluttajahintojen nousu
olisi bensiinille vain 1 sentti/l, joka vastaa siis noin 1 % kokonaishinnasta. Bensiinin energia-
tiheys kuitenkin laskisi biopolttoaineosuuden noustessa ja tällöin bensiinin hinta nousisi 3 %
energiapohjaisesti. Vastaavasti dieselin kuluttajahinta nousisi noin 7 senttiä/l, joka vastaa 5
% hinnannousua litralta ja 6 % hinnannousua energiana.

Tavoitepolun jakeluelvoite 2:n mukainen polttoaineiden kuluttajahinnan nousun vaikutuksia
arviointiin esimerkkiautoilijan kannalta. Esimerkkiautoilija ajaisi vuosittain bensiiniautolla
18 000 km keskipolulla 6 l/100 km ja dieselautolla 25 000 km keskipolulla 5 l/100
km. Näillä oletuksilla esimerkkiautoilija vuosittainen polttoainekustannus nousisi bensiiniau-
tolla noin 50 euroa ja dieselautolla noin 110 euroa verrattuna vertailupolun mukaisiin hintoi-
hin. Vertailupolku sisältää muuten samat oletukset esimerkiksi sähköautojen määrästä ja eri
polttoaineiden käyttömääristä kuin tavoite- ja peruspolku, mutta vertailupolussa eri sekoittei-
den sisältämien fossiilisten polttoaineiden ja biokomponenttien osuuksien oletetaan pysyvän
nykyisen jakeluelvoitteen mukaisena.

Taulukko 9: Tavoitepolun jakeluvaihtoehdon 2 mukaiset pumppuhinnat dieselille ja bensiinille vuonna 2030

Polttoaineiden pumppuhinnat 2030	EUR/l				
	Veroton hinta	Valmisteverot	ALV 24%	Kokonaishinta	EUR/toe
Fossiilinen bensiini	0,52	0,70	0,29	1,52	1 982
Fossiilinen diesel	0,59	0,53	0,27	1,38	1 612
Ruokapohjainen Etanoli	0,48	0,41	0,21	1,10	2 171
Kehittynyt etanoli	0,91	0,35	0,30	1,56	3 066
HVO liite IX B	0,83	0,26	0,26	1,36	1 657
HVO ruokapohjainen	0,75	0,36	0,27	1,37	1 676
Muu HVO	0,83	0,36	0,29	1,47	1 800
Kehittynyt diesel	1,40	0,26	0,40	2,07	2 525
Kuluttajien Diesel Tavoitepolku, jakeluvaihtoehto 2	0,74	0,45	0,29	1,47	1 747
Kuluttajien Bensiini Tavoitepolku, jakeluvaihtoehto 2	0,55	0,65	0,29	1,50	2 059
Kuluttajien Diesel Vertailupolku	0,63	0,50	0,27	1,40	1 644
Kuluttajien Bensiini Vertailupolku	0,52	0,68	0,29	1,49	1 998

9.3. Suurimmat epävarmuudet biopolttoainepoluille

Tässä työssä tehtiin biopolttoaineiden kulutusarvioita suurelle määrällä muuttujia, joita olivat liikenteen energiankulutus, sähköautojen määrä, ruokapohjaisten biopolttoaineiden enimmäismäärä ja perinteisen biodieselin käyttö B7 seoksena (huomioiden matalampi osuus talvella). Näiden yli 50 eri kulutusmääräarvion avulla etsittiin niitä merkittävimpiä tekijöitä ja muutoksia, joiden avulla biopolttoainepolkujen kustannus- ja valtiontalousvaikutuksia arvioitiin. Kuten edellisessä kappaleessa todettiin, niin tulosten perusteella muun HVO-polttoaineen osuus toimii eri biopolttoainepolkujen tasaavana jakeena, kun muille polttoainelajkeille on RED II:ssa asetettu enimmäismääriä tai jakeluelvoitteen mukainen tavoitetaso.

Tulosten perusteella suurimmat epävarmuudet liittyvät energiatehokkuuden kasvuun ja sen ajoittumiseen. Energiatehokkuudella voidaan nähdä olevan erittäin tärkeä rooli biopolttoaineiden aiheuttamien lisäkustannusten hallinnassa, sillä voimassa oleva taakanjakosektorin päästövähennemän kehitysura tulee olla vuosittain lineaarinen. Jos energiatehokkuuden, ja vääjäämättä myös sähköautojen, vaikutus liikenteen energiankulutukseen on hyvin loppupainotteinen jaksolla 2020 – 2030, tulisi biopolttoaineilla vähentää päästöjä jakson puolivälissä suhteessa enemmän kuin jakson lopussa. Tällöin jakeluelvoitteelle tulisi asettaa esimerkiksi 2-4 vuoden välein tapahtuva arviointipiste, jolla säädettäisiin tulevien vuosien velvoitetta ylös- tai alaspäin toteutuneen kehityksen mukaan. Näitä välitarkastelupisteitä tulee sisällyttää joka tapauksessa uuteen lakiin jakeluelvoitteesta, mutta lain tavoitteena tulisi olla hyvin selkeä ja vakaa jakeluelvoite, jota ei tarvitsisi merkittävästi muuttaa. Laskennan perusteella 50 % lineaarinen päästöjen vähentäminen vaatisi 30–43 % biopolttoaineiden

jakeluvuorituksen vuonna 2030, joka riippuu energiatehokkuuden lisätoimista sekä sähköautovuorituksen saavuttamisesta. Tavoitepolussa biopolttuaineiden kokonaistarve on noin 500 kton suurempi vuonna 2030 kuin tilanteessa, jossa 1,6 Mt CO₂ energiatehokkuuden parantamisen lisätoimet eivät toteudu. Toisaalta, jos energiatehokkuustoimet toteutuisivat suunnitellusti vuoteen 2030, niin 600 000 ja 120 000 sähköautomäärän ero vastaisi myös noin 500 kton biopolttuaineiden eroa.

Toimijoiden jakeluvuorituksen täyttö tulee pääosin tapahtumaan matalimman kustannuksen kautta, jolloin halvimpien jakeiden käyttöä pyritään maksimoimaan annetuissa rajoissa. Jokaisella toimijalla on vapaus valita, kuinka paljon biopolttuaineita sekoitetaan dieselin ja bensiinin joukkoon, jolloin valintoja voi tehdä esimerkiksi perinteisen etanolin ja esteröijyn biodieselin välillä suhteessa ruokapohjaisten enimmäismäärään. Jakeluvuorituksen asettamisessa vuoden 2021 jälkeiselle ajalle jää ratkaistavaksi, kuinka Suomessa käytännössä toteutetaan ruokapohjaisten biopolttuaineiden enimmäismäärä +1 %-yksikkö suhteessa vuoden 2020 toteutuneeseen tasoon nähden. Tämä raja on kansallinen, joten sen asettamista jakelijakohtaiseksi jo ennen vuotta 2020 ei suositella. Muutoin toimijoilla voisi olla intressejä nostaa vuonna 2020 ruokapohjaisten biopolttuaineiden määrää lähemmäksi nykyistä 7 % rajaa, ja samalla taata omalle jakeluvuoritukselleen enemmän vaihtoehtoja vuoteen 2030 saakka. Osa toimijoista voisi myös tehdä päätöksen luopua ääritapauksessa kokonaan ruokapohjaisista biopolttuaineista, jota he voisivat myös käyttää vahvana markkinointiargumenttina omille polttoaineilleen. Täten kansallisen kokonaisedun kannalta jakeluvuoritus kannattaa asettaa toimijoille yhtä suureksi vuoden 2020 toteuman mukaan vuoden 2021 alussa.

10. TOTEUTUSPOLKUJEN KUSTANNUSVAIKUTUKSET LOPPUKÄYTTÄJILLE

Työssä tutkittiin biopolttoaineiden jakeluvaihteen eri toimialoille, kotitaloustyypeille ja valtiontaloudelle mahdollisesti aiheuttamia suoria ja epäsuoria kustannuksia. Laskelmissa on pyritty havainnollistamaan erityisesti, millaisia kustannusvaikutukset eri toimijoille saattaisivat suurimmillaan olla.

Jakeluvaihteen suora vaikutus polttoaineseokituksen keskimääräiseen hintaan tavoitepolulla vuonna 2030 on liikenteen polttoainejakeiden eri hintaennusteiden perusteella -3 %:n ja +14 %:n välillä. Keskiarvoisilla hintaennusteilla arvioitu suora kustannusvaikutus on tavoitepolulla noin 7 % ja peruspolulla +9 %. Suorat kustannusmuutokset vaihtelevat huomattavasti riippuen siitä, miten paljon erilaisia biopolttoaineita kokonaisuuteen sekoitettiin kunakin vuonna ja miten paljon sähköautoja on saatu käyttöön. Mikäli sähköautoja on käytössä vain 120 000 (tavoitellun 250 000 sähköauton sijaan), jakeluvaihteen aiheuttamat lisäkustannukset voivat nousta merkittävästi.

Eniten jakeluvaihte vaikuttaa laskelmien perusteella maaliikennesektorilla, jolla tavoitepolun ennakoitujen kustannusvaikutukset vuonna 2030 ovat -0,6 %:n ja +2,5 %:n välillä riippuen polttoainejakeiden hintakehityksestä ja polttoaineseokituksen tarkasta koostumuksesta. Keskiarvoisesti kuitenkin maaliikennepalvelujen kustannusten nousu on alle 1 %.

Päävientisektoreille jakeluvaihteesta ei laskelmien perusteella muodostu kovin merkittäviä lisäkustannuksia.

Kotitalouksista harvaan asutulla maaseudulla asuville ja tulokymmenyksien 5-9 kotitalouksille aiheutuu jakeluvaihteesta suurimmat lisäkustannukset, jotka ovat laskelmien mukaan tavoitepolulla suurimmillaan 0,6 %.

Valtiontaloudelliset vaikutukset jäävät toteutuspoluissa alle 0,3 %:iin verokertymästä, koska valmisteverokertymien laskiessa polttoaineiden arvonlisäkertymät nousevat tyypillisesti samanaikaisesti (riippuen hintakehityksistä).

Esitetyt laskelmat perustuvat epävarmisiin polttoainejakeiden hintaennusteisiin. Laskelmissa on lisäksi oletettu, että biopolttoaineiden jakeluvaihteen kustannusvaikutus siirtyisi täysimääräisesti loppukäyttäjille myytävien polttoaineseokitteiden hintoihin. On mahdollista, että vain osa jakeluvaihteen aiheuttamasta raaka-ainekustannusten noususta siirtyy polttoaineiden hintoihin, jolloin jakeluvaihteen aiheuttamat kustannukset jäisivät tässä esitetyissä arvioissa pienemmiksi.

10.1. Tarkastellut biopolttoaineiden toteutuspolut ja laskentamenetelmä

Jakeluvaihteen eri toteutuspolkujen kustannusvaikutuksia on ensisijaisesti tarkasteltu polttoaineiden eri käyttäjien näkökulmasta useamman mahdollisen toteutuspolun puitteissa.

Eri toteutuspolkuja, aineistoja ja laskentamenetelmää avataan tarkemmin seuraavissa alaosissa.

Toteutuspolut

Kustannusvaikutusten herkkyyden testaamiseksi kaikki laskelmat tehtiin kahdelle biopolttoaineiden jakeluelvoitteen toteutuspolulle kolmella eri jakeluelvoitevaihtoehdoilla ja kolmella hintaskenaarioilla. Nämä toteutuspolut ja jakeluelvoitevaihtoehdot on esitetty aiemmin luvussa 9.2 (Kuva 23). Laskelmissa käytetyt hintaskenaariot pohjautuvat raportin lukuun 8 ja niihin tehtyjä hintaherkkyysanalyysyjä tarkastellaan myöhemmin osioissa 10.2. Tarkastellut toteutuspolut olivat seuraavat:

- A. **Tavoitepolussa** arvioidaan kustannusvaikutuksia tavoitellulle tilanteelle, jossa vuoteen 2030 mennessä autokantaan on saatu yhteensä 250 000 sähköautoa ja liikenteen energiankäyttö on tehostunut entisestään.
- B. **Peruspolussa** oletetaan vuoteen 2030 mennessä saavutettavan yhteensä 120 000 sähköautoa. Liikenteen energiatehokkuuden ei oleteta kasvavan. Tässä skenaariorossa biopolttoaineiden tarve on huomattavasti suurempi kuin tavoitepolussa.

Toteutuspolkujen alaisissa jakeluelvoitevaihtoehdoissa 1-3 kustannukset vaihtelevat erityisesti sen mukaan, paljonko niissä sekoitetaan dieseliin kehittyntä biodieseliä, jonka hintaennuste on korkein. Liitteen A taulukoissa (Taulukko 22, Taulukko 23 ja Taulukko 24) esitetään kuvaukset toteutuspolkujen ja niiden eri jakeluelvoitevaihtoehtojen tarkoista polttoainejakaumista sekä vertailupolun polttoainejakaumasta, joka perustuu vuoden 2014 toteutuneeseen jakaumaan.

Kustannusvaikutusten arvioinnissa tavoite- ja peruspolkua verrattiin vertailupolkuun, jotta saatiin selville jakeluelvoitteen muutoksesta aiheutuvat lisäkustannukset eri polttoainekäyttäjille. Tulokset raportoitiin enimmäkseen prosentuaalisina muutoksina vertailupolkuun nähden. Vertailupolku sisältää muuten samat oletukset esimerkiksi sähköautojen määrästä ja eri polttoaineiden käyttömääristä kuin tavoite- ja peruspolku, mutta vertailupolussa eri sekoitteiden sisältämien fossiilisten polttoaineiden ja biokomponenttien osuuksien oletetaan pysyvän nykyisen jakeluelvoitteen mukaisena. Nämä vertailupolussa olevat sekoitesuhteet on esitelty liitteessä A (Taulukko 24). Laskelmat tehtiin erikseen vuosille 2020, 2025 ja 2030 vertailupolkuun verrattuna, jotta nähtiin, miten taloudelliset vaikutukset kehittyvät yli ajan.

Tilastolliset aineistot

Laskentojen pohjana käytettiin Tilastokeskuksen julkisia panos-tuotos aineistoja vuosilta 2010-2014 (käyttötaulukot ja käänteismatriisit perushintaisena) sekä Tilastokeskuksen tutkimuskäyttöön saatavilla olevaa kotitalouskohtaista kulutustutkimusaineistoa vuodelta 2012. Valmisteverotasot perustuivat 1.1.2018 voimassa olleisiin verotasoihin. Lisäksi taustalaskelmien apuna käytettiin Öljy- ja Biopolttoaine ry:n julkaisemia historiallisia polttoaineiden toteutuneita maailmanmarkkinahintoja (Öljy- ja biopolttoaineala ry, 2018d) sekä Euroopan keskuspankin julkaisemia tietoja vuosien 2010-2014 EUR-USD valuuttakurssista.

Laskentamenetelmät

Polttoaineseikkoiteiden hintamuutokset perustuivat aikaisemmin raportissa esitettyihin laskelmiin eri polttoainehyödykkeiden tarkoista käyttömääristä kussakin jakeluvaihtoehdossa tavoite- ja peruspolulla sekä (osion 8) arvioihin eri polttoainehintojen reaalisesta kehityksestä maailmanmarkkinoilla vuoteen 2030 asti. Nämä osiossa 8 raportoidut, suorat hintamuutokset laskettiin erikseen kaikelle polttoainekäytölle keskimäärin (ns. kokonaisekoite), bensiinisekoitteelle ja dieselsekoitteelle.

Polttoaineseikkoiteiden hinnanmuutoksien vaikutuksia eri käyttäjille ja toimialoille arvioitiin sekä suorien että (laajempien) epäsuorien vaikutusten pohjalta. Näiden tulosten perusteella arvioitiin edelleen vaikutuksia kuluttajille. Suorat kustannusmuutokset perustuvat polttoaineseikkoiteiden hintamuutoksiin verrattuna vertailupolkuun sekä panos-tuotosaineistoista saatuihin tietoihin eri toimialojen polttoaineiden käytöstä keskimäärin vuosina 2010–2014. Muutamien toimialojen kohdalla oletettiin, että jakeluelvoitteen muutos ei vaikuta niiden välituotteina käyttämien polttoaineiden hintoihin, koska jakeluelvoite koskee vain liikenne-polttoaineita, työkoneiden polttoaineita ja lämmityspolttoaineita. Teollisuusprosesseissa käytettäviä polttoaineita ja lento- ja vesiliikenteen polttoaineita jakeluelvoite ei siis koske.¹ Lisäksi laskelmissa on otettu huomioon, että Aliisa-mallin laskelmien perusteella erityisesti dieselin kulutusmäärät vähenevät hieman vuosien 2010–2014 keskiarvoista autokannan energiatehokkuuden noustessa (vähennystä on arvioitu tulevan enintään 6 % vuoteen 2030 mennessä). Polttoaineiden kulutusmäärät arvioitiin jakamalla käyttötaulukoiden polttoainekustannukset keskimääräisillä maailmanmarkkinahinnoilla samana vuonna. Näitä tuloksia verrattiin esimerkiksi Primes -mallissa raportoituun polttoaineiden kulutusmääriin toimialoit-tain vuosina 2010 ja 2015. Kaikissa toteutuspoluissa on lisäksi otettu huomioon energiatehokkuuden nousun polttoaineiden liikennekäytössä keskimäärin aiheuttama lasku.

Vertailupolussa käytettiin samoja arvioita polttoaineiden kulutusmääristä ja niiden kehityksestä kuin vertailun kohteeksi tulevassa tavoitepolussa ja peruspolussa. Ainoastaan polttoaineseikkoiteen hinnassa oletettiin tapahtuvan muutos uuden jakeluelvoitteen myötä. Vertailupolussa oletettiin siis, että nykyinen jakeluelvoite taso ja sen mukainen polttoaineseikoite kokonaisuutena pysyvät voimassa vuoteen 2030 asti. Näin saadaan tarkasteltua sitä, miten uusi jakeluelvoite muuttaa eri toimijoiden kustannuksia. Tuloksien mukaisesti on epätodennäköistä, että jakeluelvoitteen muutos itsekseen vaikuttaisi merkittävästi sähköautojen määrään (katso seuraavat osiot hintojen vaikutuksesta kysytyihin polttoainemääriin pitkällä aikavälillä), joten tämän takia vertailupolussa oletetaan sama määrä sähköautoja kuin vertailun kohteeksi tulevalla toteutuspolulla sekä samanlainen energiatehokkuuden kasvu.

Epäsuoria vaikutuksia arvioitiin ns. 'cost-push'- panos-tuotosmallinnuksen pohjalta (Miller & Blair, 2009). Kokonaisuudessaan eri toimialojen kustannusten arvioitiin nousevan $\Delta\tilde{p}$ prosenttia, jossa kustannusten nousu laskettiin seuraavalla kaavalla:

$$\Delta\tilde{p} = (I - A')^{-1}\Delta v$$

jossa $\Delta\tilde{p}$ on lopullinen kustannusten nousu, $(I - A')^{-1}$ Leontiefin käänteismatriisi ja Δv suora muutos eri toimialojen hinnoissa jakeluelvoitteen aiheuttaman suoran polttoaineen hinnannousun takia. Käyttäjakohtaisissa laskelmissa jakeluelvoitteen aiheuttamista lisäkus-

¹ Seuraavilla toimialoilla jakeluelvoitteen aiheuttama muutos kustannuksiin on asetettu nolnaan: öljynjalostuksen oma öljytuotteiden välituotekäyttö, kemianteollisuus, energiahuolto, ilmaliienne ja vesiliikenne. Muiden toimialojen kohdalla oletetaan, että niiden välituotteina käyttämiin polttoaineisiin kohdistuu jakeluelvoitteen muutoksesta aiheutuva polttoaineen yleinen hinnankorotus, vaikka tosiasiallisesti osa muidenkin toimialojen polttoaineen välituotekäytöstä saattaa olla jakeluelvoitteen ulkopuolelle kuuluvaa teollista käyttöä.

tannuksista arvioitiin ensin, kuinka suuri kustannusten nousu voisi suurimmillaan olla. Näissä laskelmissa jakeluelvoitteen aiheuttaman polttoaineen tuotantokustannusten nousun oletettiin välittyvän täysimääräisesti kunkin toimialan suoraan polttoaineen hinnannousuun.² Vaikka tämä ”cost-push” laskenta ottaa huomioon kotimaisten arvoketjujen kautta syntyvät kustannusten nousut muilla toimialoilla välituotekäytön huomioimisen kautta, se ei ota huomioon muita yleisen tasapainon vaikutuksia (esim. yleisen kulutuksen laskun kautta). Joka tapauksessa kansantaloudelliset vaikutukset jäävät tulosten perusteella kohtuullisen pieniksi. Koska biopolttoaineiden sekoittaminen fossiiliseen bensiiniin on rajatumpaa kuin dieselin kohdalla, tässä työssä arvioitiin myös, että osaa dieselsekoitteelle kohdistuvista lisäkustannuksista saatettaisiin siirtää bensiinisekoitteen hintaan. Epäsuoria vaikutuksia eri toimialoille on mallinnettu kahdella tavalla: olettaen toimialojen kustannusten nousun seuraavan puhtaasti dieselsekoitteen hinnannoususta (yritykset ja liikennesektori käyttävät tyypillisesti enimmäkseen dieseliä välituotteena) sekä olettaen kustannusten nousun seuraavan kokonaisekoitteen hinnannousua (joka on hieman pienempi kuin dieselsekoitteen kohdalla).

Hinnan vaikutusta polttoaineen kulutukseen ei tässä mallinnettu. Useat tutkimukset ovat todenneet, että polttoaineen hinnan vaikutus kysyntään on erittäin pieni: kysynnän hintajoustot ovat olleet noin -0,25 lyhyellä aikavälillä ja noin -0,8 pitkällä aikavälillä. (esim. Brons et al, 2008, Coglianese et al, 2016, and Burke & Nishitateno, 2013). Esimerkiksi noin 10 prosentin reaalin hinnannousu laskisi joustoestimaatin -0,8 perusteella pitkällä aikavälillä polttoaineiden kulutusta maksimissaan 8 %. Mikäli otettaisiin huomioon tämä mahdollinen kulutusmäärän lasku hintojen nousun seurauksena, tämä vähentäisi entisestään laskelmissa arvioituja loppukäyttäjien lisäkustannuksia. Koska tavoitteena oli arvioida, miten suuria lisäkustannuksia jakeluelvoitteen muutos voisi suurimmillaan aiheuttaa eri loppukäyttäjille, laskelmissa huomioitiin vain jakeluelvoitteen aiheuttaman suoran hinnannousun vaikutus.

Lämmityspolttoaineiden ja työkoneiden käyttämän polttoainesekoitteen hinnanmuutosta arvioitiin olettamalla, että vuonna 2020 kevyeen polttoöljyyn tulee uuden jakeluelvoitteen mukaan sekoittaa 5 % biopolttoaineita, vuonna 2025 7,5 % ja vuonna 2030 10 %.³ Kevyen polttoöljyn hinnan oletettiin seuraavan fossiilisen dieselin hinnan kehitystä ja siihen on oletettu sekoitettavan muuta HVO-polttoainetta.

Valtiontaloudelliset laskelmat ottavat huomioon vain jakeluelvoitteen aiheuttamat suorat muutokset eri polttoaineiden myynnistä saatavaan verotuottoon (valmisteveroihin ja polttoaineiden arvonlisäverokertymään). Verotuottolaskelmat perustuvat raportissa aikaisemmin esitettyihin eri polttoaineiden kulutusmääriin (katso luku 9.2) ja valmisteverotasoihin kuluksyksikköä kohti 1.1.2018 voimassa olevien verotasojen mukaan. Uusien biopolttoaineiden kohdalta oletettiin, että ruokapohjainen ja muu HVO biodiesel verotetaan 'biodieselöljy P R' -verotason mukaan ja Annex IX B:n alainen biodiesel ja kehittynyt biodiesel 'biodieselöljy P T'-verotason mukaan.⁴

Kansantaloudelliset vaikutukset syntyvät suurimmaksi osaksi kuluttajille ja julkiseen talouteen kohdentuvista lisäkustannuksista, jotka johtuvat polttoaineen hinnan noususta aiheutuvista suorista lisäkustannuksista sekä epäsuorista hinnankorotusvaikutuksista eri toimialoilta. Jakeluelvoitteen varsinainen vaikutus ulkomaankauppaan on epäselvä. Riippuen maailmanmarkkinoiden hinnoista, osa Suomessa valmistettavista kehittyneistä polttoaineista

² Esimerkiksi Harju ym. 2016 havaitsivat keskimäärin vain 70 %:n nousun polttoaineiden hinnoissa verrattuna kustannusten nousuun. Laskelmat ovat pyydettyäessä saatavilla myös 70 %:n hinnannousulla suoraan kustannusten nousuun verrattuna.

³ Hallituksen esityksessä on mietitty 10% bioelvoitteen asettamista jo vuodelle 2028. Koska ero nyt oletettuun vuoteen 2030 on vain muutama vuosi, tämän ei oleteta aiheuttaman merkittävää harhaa arvioihin.

⁴ https://www.vero.fi/yritykset-ja-yhteisot/tietoa-yritysverotuksesta/valmisteverotus/valmisteverolajit/nestemaiset_polttoaineet/nestemaisen_polttoaineiden_verotauluk/

saatetaan viedä ulkomaille ja tuoda tilalle halvempia ulkomaisia polttoaineita. Tässä tapauksessa nettovaikutus ulkomaankauppaan voi olla jopa positiivinen. Toisaalta tuonti voi lisääntyä enemmän kuin vienti, mikäli tarvittavia biopolttoaineita saa halvemmalla ulkomailta kuin Suomesta. Lisäksi fossiilisten ja biopolttoaineiden hintaeron noustessa mahdollisesti merkittävästi suuremmaksi kuin mitä osiossa 8 on arvioitu keskimääräisistä hintamuutoksista (maksimihintaskenaariot seuraavissa tuloksissa), kustannusten nousu eri sektoreilla voi vaikuttaa viennin kustannuskilpailukykyyn lyhyellä aikavälillä jonkin verran ja sitä kautta vientimääriin. Tarkkojen ulkomaankauppavaikutusten arviointi ei ole mahdollista tämän raportin puitteissa. Kansantaloudellisissa laskelmissa on siis oletettu, että jakeluelvoitteen muutos vientiin ja tuontiin yhteensä on nolla. Laskelmissa ei pystytty myöskään ottamaan huomioon jakeluelvoitteen mahdollista vaikutusta investointeihin (joiden kuitenkin on arvioitu aikaisemmissa raportin osioissa olevan todennäköisesti vähäisiä) tai niiden luomaa lisätuotantoa ja -työpaikkoja kotimaisilla biopolttoaineita valmistavilla toimialoilla. Näiden haasteiden takia tässä työssä esitellyt vaikutusarviot suhteessa koko kansantalouteen ovat hyvin karkeita ja kattavat vain osan potentiaalisista vaikutuksista.

10.2.Kustannusvaikutukset polttoaineiden hintaan tavoite – ja peruspolulla

Jakeluelvoitteen suorat hintavaikutukset tavoite- ja peruspolussa

Suorat vaikutukset eri polttoainesekoitteiden hintaan verrattuna nykyisen jakeluelvoitteen mukaiseen odotettuun hintakehitykseen on esitelty alla olevissa taulukossa (Taulukko 10 tavoitepolulle ja Taulukko 11 peruspolulle). Taulukot (Taulukko 22 ja Taulukko 23) liitteessä A esittävät hintamuutosten takana olevat erot eri polttoainelaatujen osuuksissa kokonaisuudesta. Taulukko 24 sisältää vastaavat osuudet vertailupolussa.

Näissä taulukoissa esitetyt arviot jakeluelvoitteen suorista hintavaikutuksista perustuvat keskimääräisiin tulevaisuuden hintaennusteisiin. Seuraavassa osiossa esitetään eri polttoainejakeiden hintaennusteiden suhteen herkkyystarkasteluja.

Taulukot kertovat ensinnäkin, että todennäköisin suora hintamuutos polttoainesekoitteissa ei ole kovin suuri verojen jälkeen. Se on suurimmillaan n. 10 % tavoitepolulla ja 12 % peruspolulla vuonna 2030 olettaen, että kaikki lisäkustannukset kohdistetaan vain dieselsekoitteelle. Mikäli lisäkustannuksia kohdennetaan myös hieman bensiinisekoitteelle, on (kokonaissekoitteen) suora hinnannousu suurimmillaan 7% tavoitepolulla ja 9% peruspolulla. Toisaalta vuonna 2030 kokonaissekoitteen hinta saattaa nousta vain muutaman prosentin, mikäli jakeluelvoitevaihtoehto 1 tulee kuvaamaan paremmin tulevaisuuden polttoainesekoitteen toteumaa. Ennen veroja muutokset ovat merkittävästi suurempia, mutta jakeluelvoitteen mahdollinen muutos koskisi juuri valmisteverotuksen piirissä olevaa polttoainekulutusta. Tämän takia valmisteverotuksen vaikutus loppuhintoihin tulee ottaa huomioon, mikä laskee merkittävästi uusien sekoitteiden aiheuttamia hintamuutoksia. Jakeluelvoitteen vaikutuksia verotuloihin tarkastellaan myöhemmin osiossa 10.5.

Toiseksi, erot suorissa lisähinnoissa tavoite- ja peruspolkujen (ja niiden eri jakeluelvoitevaihtoehtojen) välillä korostavat sähköautojen määrän vaikutusta jakeluelvoitteen aiheuttamiin lisäkustannuksiin. Tavoitepolulla, sähköautoja on merkittävästi enemmän kuin peruspolulla (250 000 vs. 120 000), minkä lisäksi energiatehokkuuden on oletettu nousevan tavoitepolussa. Molemmat näistä tekijöistä alentavat jakeluelvoitteen aiheuttamia lisäkustan-

nuksia, koska biopolttoaineiden suhteellinen tarve laskee ja niiden suhteellinen määrä polttoainesekoiteissa on pienempi kuin peruspolussa.

Taulukko 10 Polttoaineiden hintojen muutokset tavoitepolulla suhteessa vertailupolkuun

Jakeluvaihtoehto	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Vuosi	2020	2020	2020	2025	2025	2025	2030	2030	2030
Hinnan muutos ilman valmisteverojen vaikutusta									
Kokonaissekoitteen hinta	0.7 %	1.1 %	1.1 %	7.5 %	12.0 %	12.0 %	9.3 %	15.9 %	20.9 %
Bensiinisekoite	-0.5 %	0.4 %	0.0 %	0.8 %	4.8 %	2.7 %	5.9 %	9.5 %	8.0 %
Dieselsekoite	0.3 %	0.6 %	0.7 %	9.8 %	14.5 %	15.3 %	10.4 %	18.0 %	25.4 %
Hinnan muutos valmisteverojen kanssa									
Kokonaissekoitteen hinta	-1.0 %	-1.0 %	-1.0 %	1.8 %	3.5 %	3.5 %	2.1 %	4.9 %	7.1 %
Bensiinisekoite	-0.2 %	0.0 %	-0.1 %	0.2 %	1.6 %	0.9 %	2.0 %	3.3 %	2.8 %
Dieselsekoite	-0.1 %	-0.3 %	-0.3 %	2.9 %	4.9 %	5.2 %	2.7 %	6.2 %	9.7 %

Taulukko 11 Polttoaineiden hintojen muutokset peruspolulla suhteessa vertailupolkuun

Jakeluvaihtoehto	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Vuosi	2020	2020	2020	2025	2025	2025	2030	2030	2030
Hinnan muutos ilman valmisteverojen vaikutusta									
Kokonaissekoitteen hinta	5.4 %	5.8 %	5.8 %	11.0 %	15.5 %	15.4 %	15.7 %	22.1 %	27.1 %
Bensiinisekoite	-0.5 %	0.3 %	-0.1 %	0.8 %	4.6 %	2.6 %	6.0 %	9.1 %	7.5 %
Dieselsekoite	7.8 %	8.1 %	8.2 %	15.1 %	19.8 %	20.5 %	19.5 %	27.2 %	34.7 %
Hinnan muutos valmisteverojen kanssa									
Kokonaissekoitteen hinta	1.6 %	1.6 %	1.5 %	3.1 %	4.8 %	4.8 %	4.0 %	6.8 %	8.9 %
Bensiinisekoite	-0.2 %	0.0 %	-0.1 %	0.2 %	1.5 %	0.9 %	2.0 %	3.2 %	2.6 %
Dieselsekoite	2.6 %	2.5 %	2.5 %	4.6 %	6.6 %	6.9 %	5.0 %	8.6 %	12.1 %

Taulukko 12 näyttää hinnan muutoksen lämmityspolttoaineissa ja työkoneiden polttoaineissa verrattuna vertailupolkuun, jossa hinta seuraa vain fossiilisen dieselin hintaa, sekä ennen valmisteveroja että niiden huomioimisen jälkeen. Yhteensä uusi sekoite aiheuttaisi näin laskettuna noin 5 % hinnan nousun lämmityspolttoaineiden ja työkoneiden polttoaineen hintaan vuosina 2020–2030. Hintamuutosten ero ennen veroja ja niiden jälkeen on pienempi kuin liikennekäytössä, koska kevyen polttoöljyn valmisteverotus on merkittävästi matalampaa kuin fossiilisen dieselin ja bensiinin. Tähän kevyen polttoöljyn alennettuun veroluokkaan mahdollisesti tehtäviä muutoksia ei tässä tarkastelussa ole otettu huomioon.

Taulukko 12 Lämmityspolttoaineen ja työkoneiden polttoaineen hinnan muutos verrattuna perusskenaarioon

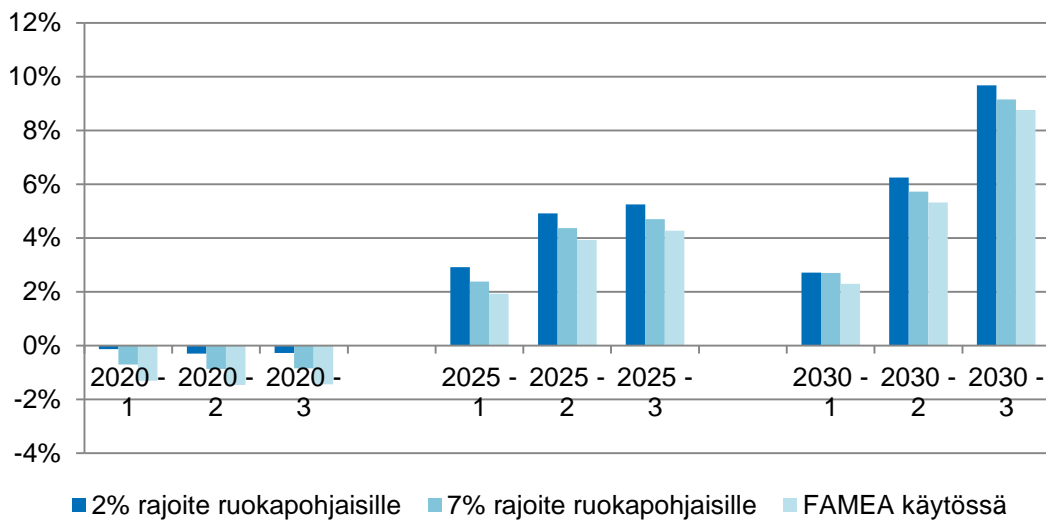
Vuosi	2020	2025	2030
Ilman valmisteverojen vaikutusta	7.3 %	5.5 %	4.9 %
Valmisteverojen jälkeen	5.2 %	4.6 %	4.6 %

Suorien hintavaikutusten herkkyys RED II direktiivin tulkinnalle

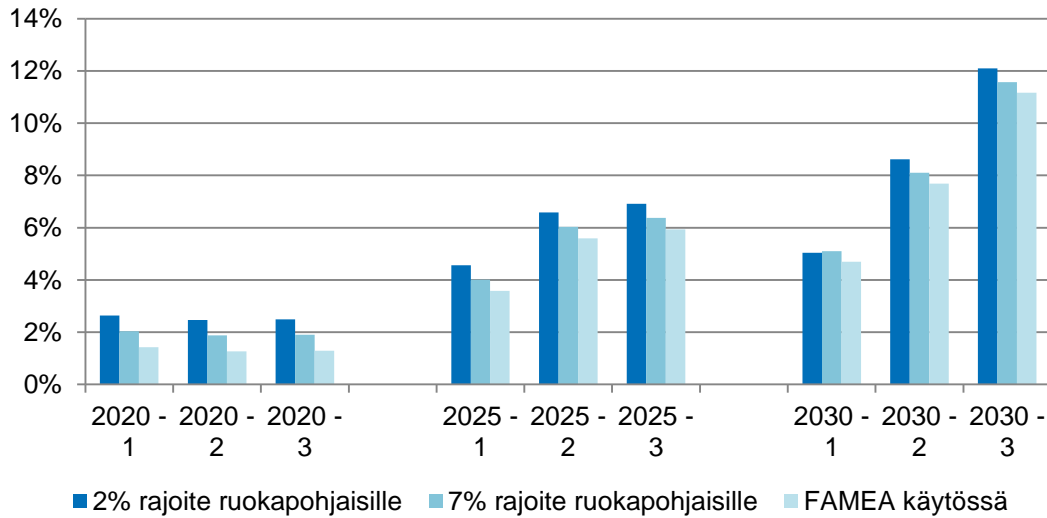
RED II direktiivin käytännön tulkinta erityisesti suurimpaan hyväksytyyn ruokapohjaisten biopolttoaineiden määrään ei ole vielä täysin selvää, kuten aikaisemmissa osioissa tätä raporttia on mainittu (katso luku 9). Tämän takia sen mahdollisten tulkintojen vaikutuksia polttoainelaatujen sallituille määrille ja sitä kautta jakeluelvoitteen aiheuttamille suorille hintavaikutuksille on tarkasteltu erilaisilla oletuksilla.

Kuva 26 ja Kuva 27 havainnollistavat näiden eri oletuksien vaikutuksia dieselsekoitteen (jossa jakeluelvoite aiheuttaa suuremman arvioidun hintavaikutuksen) arvioituihin hintamuutoksiin eri vuosina ja eri jakeluelvoitevaihtoehdoissa. Kunakin vuonna ja kaikissa eri vaihtoehdoissa oletus siitä, että ruokapohjaisia polttoaineita saa sekoittaa maksimissaan 2 %, tuottaa suurimman hintavaikutuksen. Jotta saatiin selville, kuinka suuria lisäkustannuksia jakeluelvoite aiheuttaisi maksimissaan, käytettiin näiden tulosten pohjalta kyseistä oletusta päävaihtoehtona kaikissa seuraavissa laskelmissa jakeluelvoitteen suorista ja epäsuorista kustannusvaikutuksista. Mikäli uuden direktiivin tulkinta muodostuu erilaiseksi, seuraavissa osioissa esitellyt kustannusvaikutukset jäävät näiden tulosten perusteella vähäisemmiksi. Erot vaihtoehtojen välillä ovat kuitenkin kohtuullisen pieniä.

Kuva 26 Tavoitepolku – dieselsekoitteen hintamuutos eri jakeluelvoitevaihtoehdoilla 1-3 ja oletuksilla sekoiterajoituksista (päähintaennusteet)



Kuva 27 Peruspolku – dieselsekoitteen hintamuutos eri jakeluvelvoitevaihtoehdoilla 1-3 ja oletuksilla sekoiterajoituksista (päähintaennusteet)



Eri polttoainetyyppien hintaennusteiden herkkyytstarkastelu

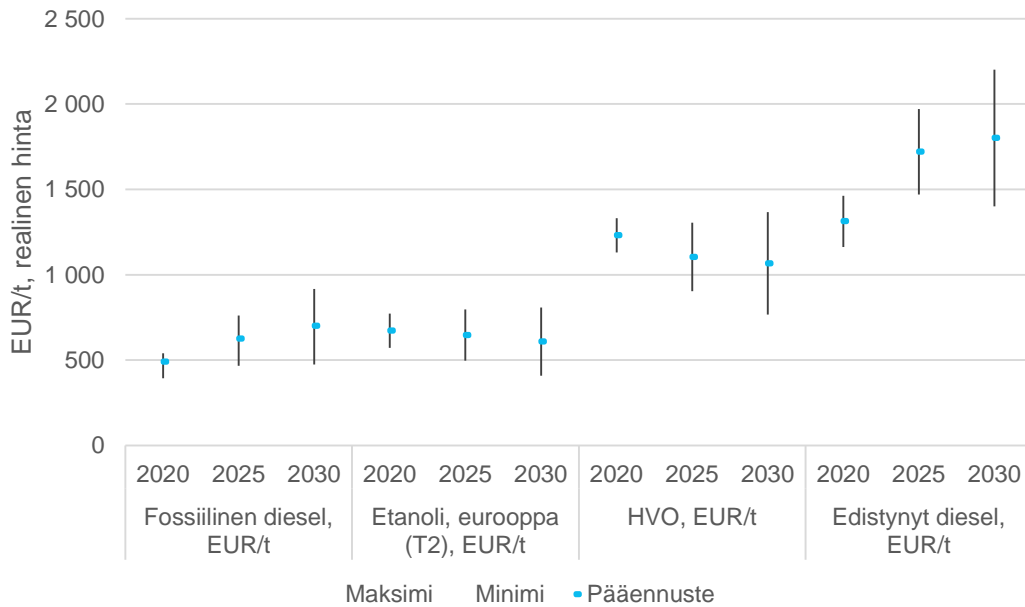
Aikaisemmin raportissa esitetyille (katso osio 8) eri polttoaineiden päähintaennusteille taloudellisten vaikutusten herkkyyden tutkimiseksi tehtiin lisäksi minimi- ja maksimiennusteita pitkälle aikavälille. Kuva 28 esittää nämä hintaennusteiden minimi- ja maksimi-arvot tarkastelussa oleville vuosille. Raakaöljyn hinnan osalta oletettiin, että pitkällä aikavälillä IEA:n ennuste hinnasta tynnyriä kohden voi vaihdella +/- 30 dollaria. Tästä johdettiin ennuste fossiilisen dieselin hinnalle pitkällä aikavälillä, joka on noin 500–900 EUR/t välillä. IEA:n pääennusteen mukainen hinta-arvio vuonna 2030 on 700 EUR/t.

Etanolin hinta-arviota pitkällä aikavälillä nostettiin ja laskettiin 200 EUR/t, kun vuoden 2030 pääarvio on noin 600 EUR/t. HVO:n hintavaihtelu sen sijaan laskettiin välille +/- 300 EUR/t vuonna 2030. Sen päähinta-arvio on lähes 1100 EUR/t. Suurin mahdollinen vaihteluväli päähintaennusteesta laskettiin edistyneelle biodieselille, jonka hinta-arvio on +/- 400 EUR/t päähintaennusteen ollessa noin 1800 EUR/t. Aikaisemmat osiot (katso raportin osio 9.2) raportoivat hintaennusteita verottomasti ja veroineen tarkemmin.

Jotta näistä hinta-arvioista saatiin tehtyä jakeluvelvoitteen aiheuttaminen kustannusten osalta mahdollisimman laaja herkkyytstarkastelu, muodostettiin niistä kaksi herkkyysskenaariota:

1. Maksimihintaeroskenaario, jossa käytetään minimiennusteita raakaöljyn hinnasta ja maksimiennusteita biopolttoaineiden hinnoista kunakin vuonna, ja
2. Minimihintaeroskenaario, jossa käytetään maksimiennusteita raakaöljyn hinnasta ja minimiennusteita biopolttoaineiden hinnoista kunakin vuonna.

Kuva 28 Muutamien polttoaineiden hintaennusteet ja niiden herkkyyssanalyytit



Taulukko 13 ja Taulukko 14 esittävät suorat hintamuutokset veroineen kaikille jakeluvaihtoehtojen maksimi- ja minimihintaeroskenaarioissa tavoite- ja peruspolulle. Lisäksi Kuva 29 ja Kuva 30 havainnollistavat hintamuutokset pelkälle dieselsekoitteelle eri hintaerooletuksilla. Kuva 31 raportoi lämmitys- ja työkoneiden polttoaineseokkeen kohdalla eri hintaennusteiden vaikutuksia hinnan suoraan muutokseen. Tulokset näyttävät, että hintaennusteiden muutokset voivat vaikuttaa hyvin merkittävästi jakeluvaihtoehtojen aiheuttamiin suoriin hintavaikutuksiin.

Maksimihintaeroskenaariossa, jossa raakaöljyn hinnan on arvioitu olevan päähintaennustetta selvästi matalampi ja biopolttoaineiden korkeampi, suora hintavaikutus pelkässä dieselsekoitteessa voi vuonna 2030 nousta yli 20 %:iin tavoitepolulla ja jopa yli 30 %:iin peruspolulla. Mikäli jakelijat siirtävät osan lisäkustannuksista bensinisekoitteelle, jää kokonaisekoitteen keskimääräinen hinnannousu enimmillään noin 15 %:iin tavoitepolulla ja 22 %:iin peruspolulla.

Toisaalta mikäli raakaöljyn hinta kehittyy korkeammaksi kuin päähintaennusteissa on arvioitu ja samaan aikaan biopolttoaineiden hinnat jäävät todennäköistä arviota matalammiksi, jakeluvaihtoehtojen suora hintavaikutus jää minimaaliseksi vuosina 2020 ja 2025. Lisäksi, vuonna 2030 jakeluvaihtoehtojen hintavaikutus on jopa selkeästi negatiivinen, koska kallistuneita fossiilisia tuotteita korvataan vertailupolkua enemmän jopa halvemmilla biopolttoaineilla.

Näiden tulosten pohjalta päätulokset toimialoittaisista ja kuluttajille kohdistuvista lopullisista lisäkustannuksista laskettiin kaikille eri hintaskaarioille vain dieselsekoitteen perusteella. Mikäli kokonaisekoitteen hintamuutos tulisi tulevaisuudessa heijastelemaan paremmin myös pelkän dieselsekoitteen hinnan muutosta (koska lisäkustannuksia allokoidaan myös bensiinin hintaan), jäisi näiden herkkyyssanalyyysien vaikutukset merkittävästi pienemmäksi. Käyttämällä dieselsekoitteen suoraa hintamuutosta saadaan siis selville suurimmat mahdol-

liset lopulliset vaikutukset eri toimijoille. Jakelijoiden lausuntojen perusteella vaikuttaa kuitenkin todennäköiseltä, että erityisesti maksimihintaeroskenaariossa hinnat nousisivat käytännössä kokonaissekoitteen hintamuutoksen mukaan.

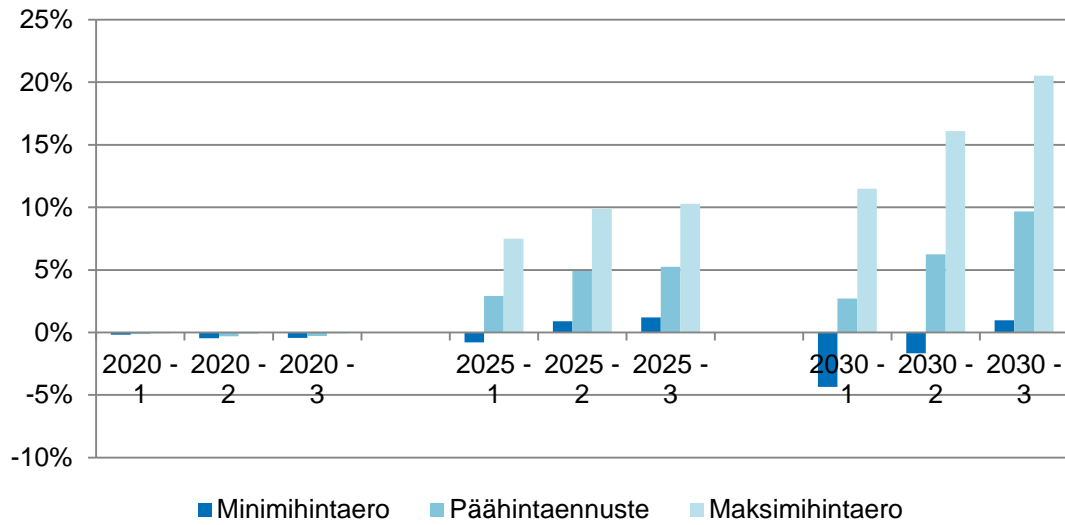
Taulukko 13 Tavoitepolku – dieselsekoitteen hintamuutos eri oletuksilla tulevaisuuden hinnoista (2 % ruokapohjaisten rajoitus)

Jakeluvaihtoehto	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Vuosi	2020	2020	2020	2025	2025	2025	2030	2030	2030
Verollisen hinnan muutos maksimihintaeroskenaariossa									
Kokonaissekoitteen hinta	-1.0 %	-1.0 %	-1.0 %	4.9 %	6.8 %	6.9 %	8.5 %	11.9 %	14.8 %
Bensiinisekoite	-0.2 %	-0.3 %	-0.3 %	0.5 %	1.4 %	1.0 %	3.2 %	4.1 %	3.7 %
Dieselsekoite	-0.1 %	-0.1 %	-0.1 %	7.5 %	9.9 %	10.3 %	11.5 %	16.1 %	20.5 %
Verollisen hinnan muutos minimihintaeroskenaariossa									
Kokonaissekoitteen hinta	-1.0 %	-1.1 %	-1.1 %	-0.8 %	0.9 %	0.8 %	-3.1 %	-0.7 %	0.8 %
Bensiinisekoite	-0.1 %	0.3 %	0.1 %	0.0 %	1.7 %	0.8 %	0.8 %	2.5 %	1.8 %
Dieselsekoite	-0.2 %	-0.5 %	-0.4 %	-0.8 %	0.9 %	1.2 %	-4.3 %	-1.7 %	1.0 %

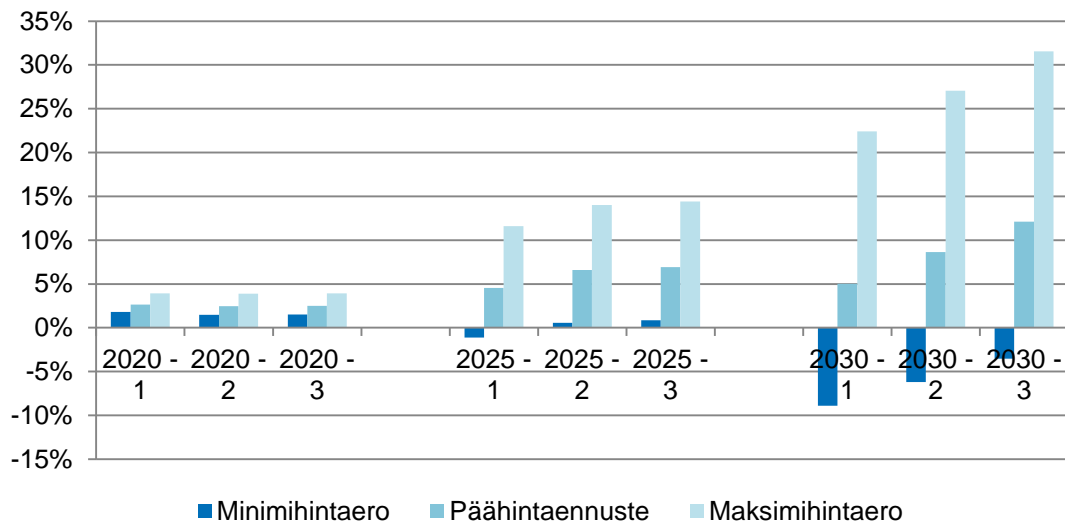
Taulukko 14 Peruspolku – dieselsekoitteen hintamuutos eri oletuksilla tulevaisuuden hinnoista (2 % ruokapohjaisten rajoitus)

Jakeluvaihtoehto	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Vuosi	2020	2020	2020	2025	2025	2025	2030	2030	2030
Verollisen hinnan muutos maksimihintaeroskenaariossa									
Kokonaissekoitteen hinta	2.4 %	2.4 %	2.4 %	7.8 %	9.7 %	9.8 %	16.0 %	19.3 %	22.2 %
Bensiinisekoite	-0.3 %	-0.3 %	-0.3 %	0.5 %	1.4 %	0.9 %	3.2 %	3.9 %	3.5 %
Dieselsekoite	3.9 %	3.9 %	3.9 %	11.6 %	14.0 %	14.4 %	22.4 %	27.1 %	31.6 %
Verollisen hinnan muutos minimihintaeroskenaariossa									
Kokonaissekoitteen hinta	1.1 %	1.0 %	1.0 %	-0.8 %	0.9 %	0.8 %	-5.6 %	-3.3 %	-1.8 %
Bensiinisekoite	-0.1 %	0.3 %	0.1 %	0.0 %	1.7 %	0.8 %	0.9 %	2.4 %	1.7 %
Dieselsekoite	1.8 %	1.5 %	1.5 %	-1.1 %	0.6 %	0.9 %	-8.9 %	-6.2 %	-3.5 %

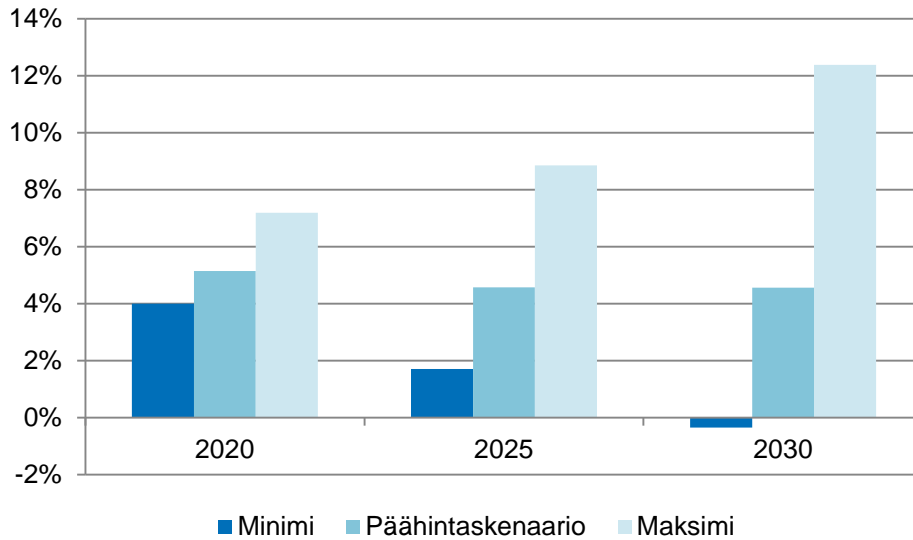
Kuva 29 Tavoitepolku – dieselsekoitteen hintamuutos eri jakeluelvoitevaihtoehdoilla 1-3 ja eri oletuksilla tulevaisuuden hinnoista (2 % ruokapohjaisten rajoitus)



Kuva 30 Peruspolku – dieselsekoitteen hintamuutos eri jakeluelvoitevaihtoehdoilla ja eri oletuksilla tulevaisuuden hinnoista (2 % ruokapohjaisten rajoitus)



Kuva 31 Maatalous ja lämmitys – dieselsekoitteen hintamuutos eri oletuksilla tulevaisuuden hinnoista (2 % ruokapohjaisten rajoitus)



10.3.Kustannusvaikutukset eri toimialoilla

Toimialat, joihin muutokset vaikuttavat eniten (päähintaskenaario)

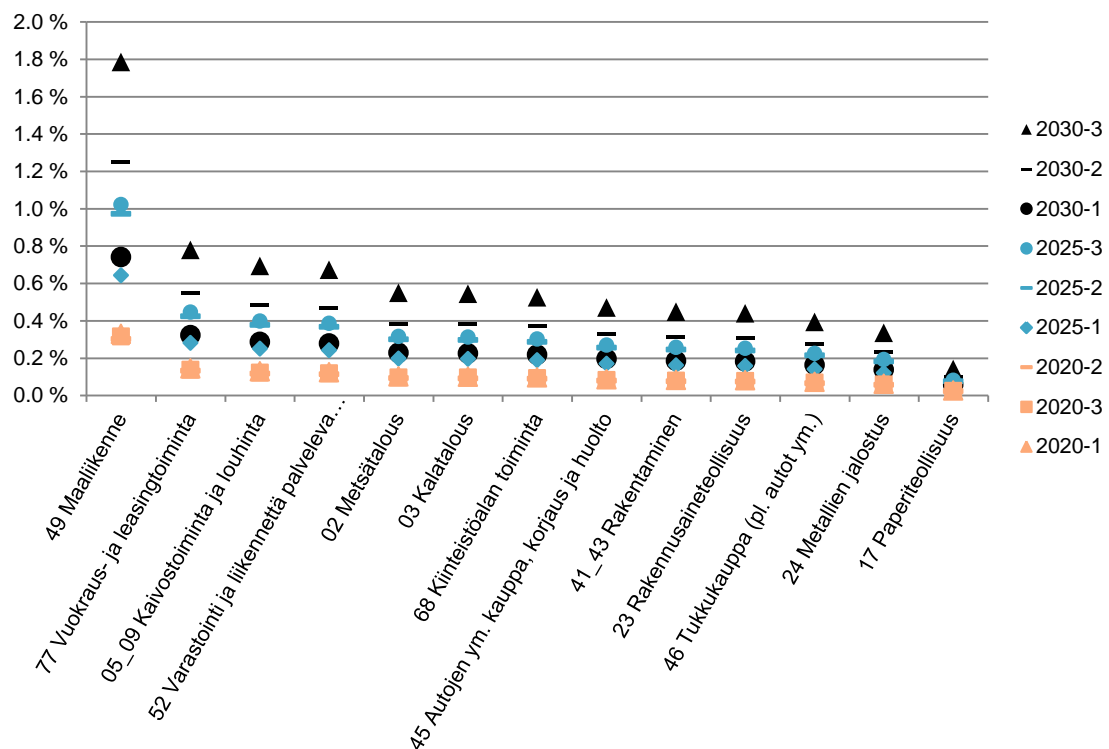
Kuva 32 ja Kuva 33 näyttävät peruspolun suurimmat suorat ja epäsuorat vaikutukset eri toimialojen kokonaiskustannuksiin prosentuaalisina eroina vertailupolkuun. Peruspolku valittiin toimialatarkasteluun, koska siinä on suurimmat suorat vaikutukset polttoainekustannuksiin (kuten aikaisemmat osiot näyttivät) ja näin voidaan arvioida, millaisia kustannusvaikutukset voisivat olla suurimmillaan. Kuva 32 esittää kustannusten muutoksen olettaen, että jakeluvaihteen lisäkustannus kohdistuu kokonaisuudessaan vain dieselsekoitteelle, jossa alkuperäinen suora hinnanmuutos on korkeampi kuin bensiinisekoitteessa. Kuva 33 taas esittää kustannusten muutoksen olettaen, että dieselsekoitteelle kohdistuvaa lisäkustannusta jaetaan myös bensiinin käyttäjille, jolloin kokonaissekoitteen hintamuutos on laskennan pohjana. Kuvioissa esitetään vain ne toimialat, joilla vaikutukset ovat suurimmat. Lisäksi esitetään paperiteollisuuden tulokset, koska sen osalta mahdolliset epäsuorat vaikutukset maaliikennepalveluiden kustannusten myötä kiinnostavat viennin kustannuskilpailukyyn näkökulmasta. Taulukko 18 liitteessä A kertoo, että paperiteollisuudessa maaliikennepalveluiden osuus kustannuksista on vuosina 2010-2014 ollut noin 10 prosenttia.

Arvioitu kustannusvaikutus on suurin maaliikennetoimialalla. Toimialan kokonaiskustannukset nousivat vuonna 2030 päähintaennustetta seuraavien suorien hintamuutosten myötä eri jakeluvaihtevaihtoehdoilla 0,8-1,8 % vertailupolkuun verrattuna. Jakeluvaihtevaihtoehdossa 3 kustannusten nousu on suurin lähes joka vuonna, koska siinä käytetään eniten kallista kehittyntä biodieseliä (jakeluvaihtevaihtoehdossa 1 sitä on alle 2 % dieselsekoitteesta, kun taas jakeluvaihtoehdossa 3 sitä on 18 %, katso Taulukko 23 liite A). Maaliikenteen jälkeen seuraavaksi suurimmat kustannusten nousut kohdistuisivat vuokraus- ja leasingtoimintaan, kaivostoimintaan, varastointiin ja metsätalouteen. Näiden toimialojen kohdalla kuitenkin jopa jakeluvaihtevaihtoehdossa 3 kustannusten nousu jäisi 0,6 ja 0,8 %:n välille vuonna 2030 ja muissa vaihtoehdoissa vielä pienemmäksi.

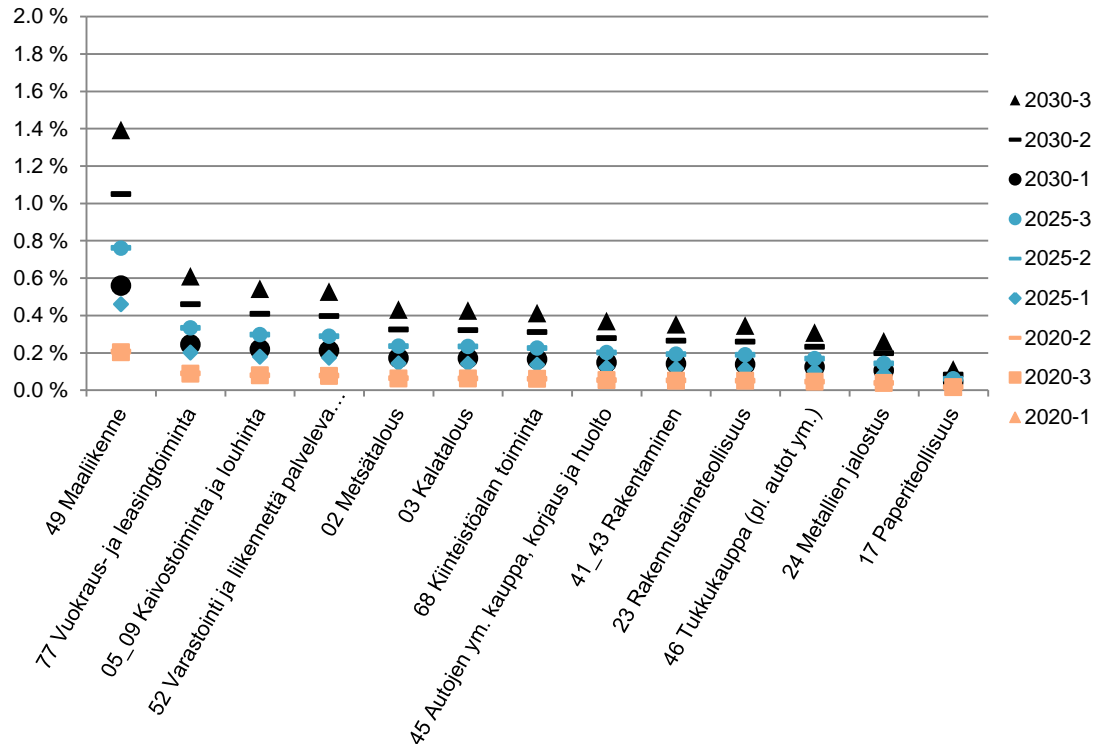
Vaikka maaliikenteen kustannukset nousisivat arvioiden mukaan jopa lähes 2 % vuonna 2030 ja esimerkiksi paperiteollisuus käyttää merkittävästi maaliikenteen palveluita välituotteena, jää paperiteollisuudessa vaikutus alle 0,2 prosenttiin.

Kuva 33 osoittaa, että tulokset ovat samanlaisia, mutta asteen pienempiä, mikäli dieseliin kohdistuvaa lisäkustannusta jaetaan myös bensiininkäyttäjille ja suora hintamuutos muodostuu kokonaisekoitteen tuloksen mukaan. Lisäksi tulokset ovat pienempiä, mikäli REDII direktiivin lopullinen tulkinta mahdollistaa esimerkiksi suuremman määrän ruokapohjaisten polttoaineiden käyttöä tai FAMEa käytetään enemmän (perustuen kappaleen 10.2 esittämiin suoriin hintavaikutuksiin ja kappaleeseen 9).

Kuva 32 Peruspolku, toimialojen kokonaiskustannusten arvioitu muutos (%) suhteessa vertailupolkuun, dieselsekoitteen hinnan muutoksen mukaan



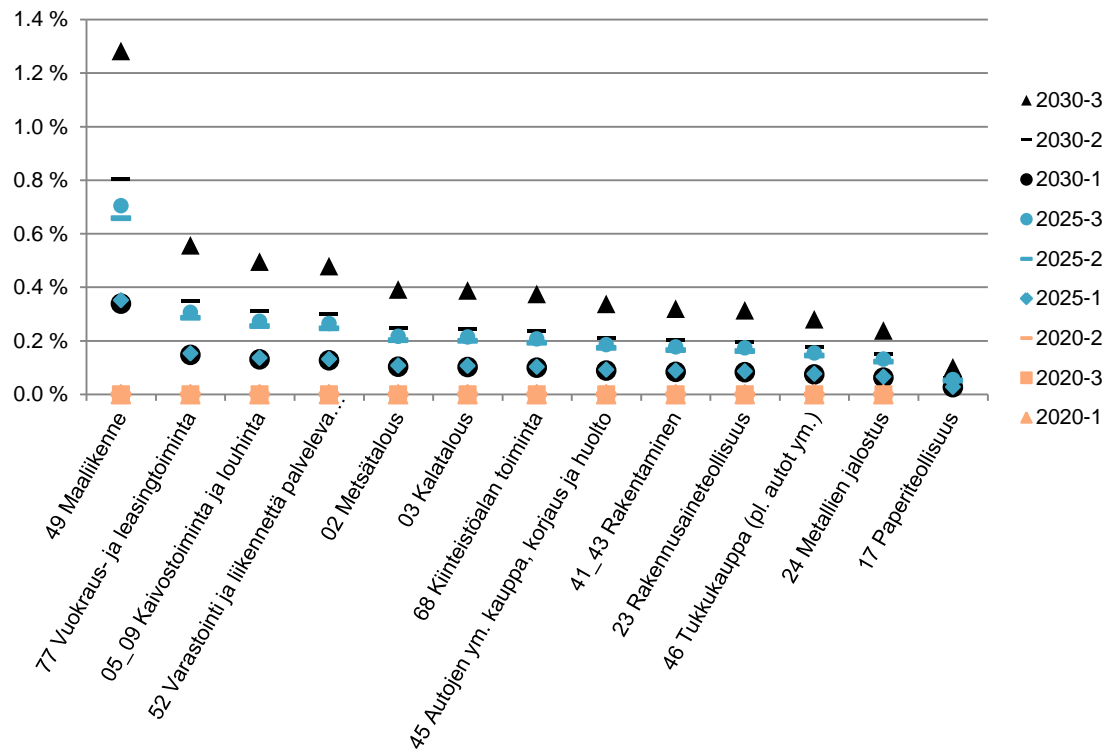
Kuva 33 Peruspolku, toimialojen kokonaiskustannusten arvioitu muutos (%) suhteessa vertailupolkuun, kokonaissekoitteen hinnan muutoksen mukaan



Tavoitepolussa vaikutukset eri toimialoille ovat taas pienempiä, koska myös suorat hintamuutokset ovat peruspolkua pienempiä. Tavoitepolusta on raportoitu vain tulokset dieselsekoitteen suoran hintamuutoksen perusteella. Kuten peruspolussa, vaikutukset ovat pienempiä, mikäli suora hintamuutos perustuu kokonaissekoitteeseen tai mikäli jokin muu RED II tulkinta tulee voimaan. Alla olevassa kuvassa (Kuva 35) esitetyt tulokset ovat siis suurimpia arvioituja kustannusvaikutuksia tavoitepolulle, eli energia- ja ilmastostrategian mukaiselle toteutuspolulle.

Tavoitepolussa suurimmat vaikutukset kohdistuvat samoille toimialoille kuin peruspolussa, mutta ne ovat hieman pienempiä. Kun peruspolussa vaihteluväli vuoden 2030 vaikutuksille maaliikennepalveluissa on 0,8- 1,8 %, tavoitepolussa samat tulokset ovat välillä 0,4 – 1,3 % sekoitevaihtoehdosta riippuen. Suurimmalla osalla toimialoja (sisältäen paperiteollisuuden) vaikutukset ovat alle 0,2 %.

Kuva 34 Tavoitepolku, toimialojen kokonaiskustannusten arvioitu muutos (%) suhteessa vertailupolkuun, dieselsekoitteen hinnan muutoksen mukaan

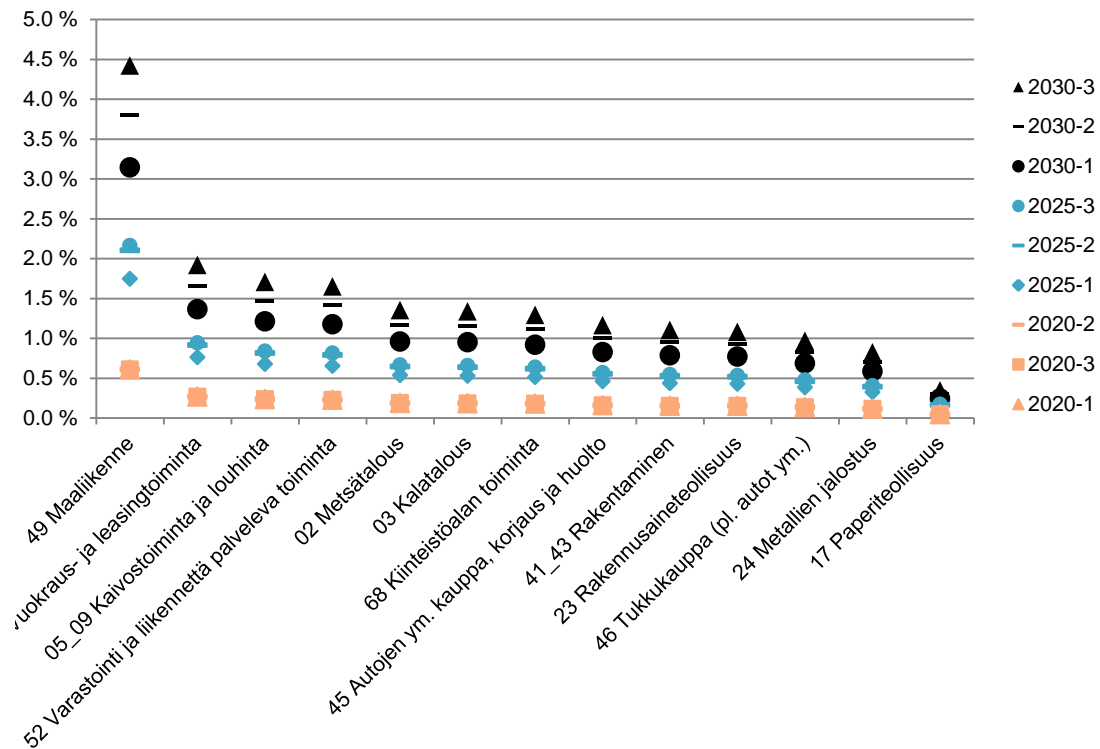


Hintaennusteiden vaikutus tuloksiin

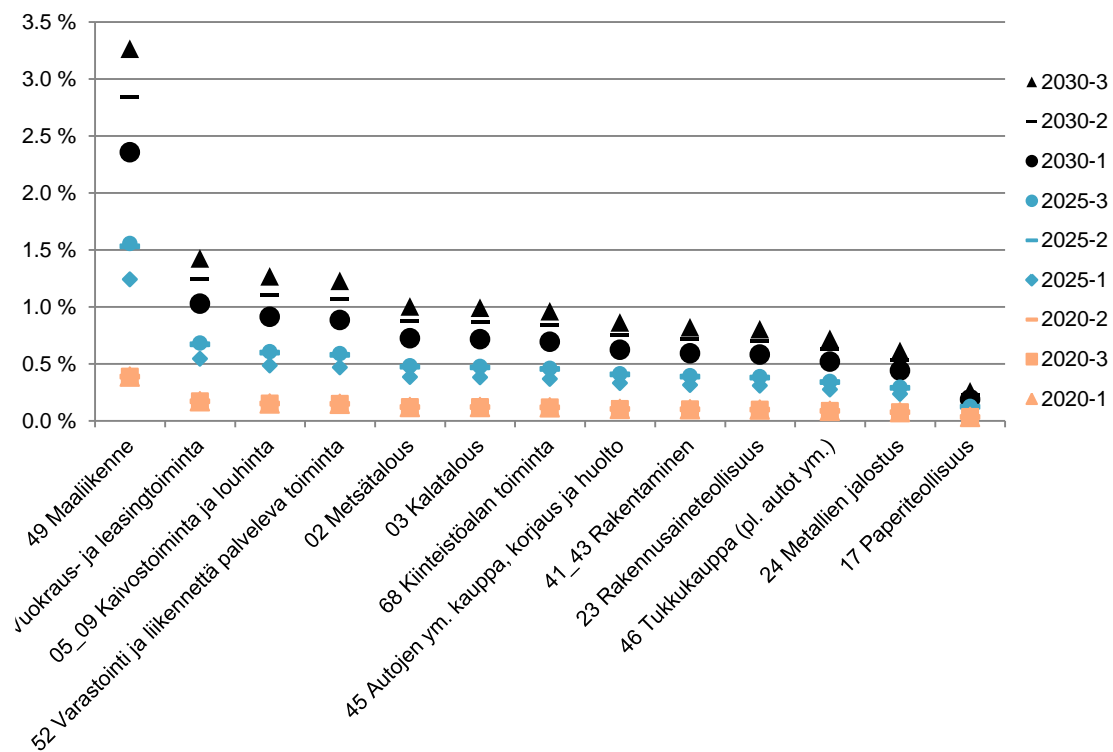
Kuva 35 ja Kuva 36 esittävät merkittävimmät toimialoittaiset kustannusvaikutukset peruspolussa (dieselsekoitteen ja kokonaissekoitteen hinnan muutoksen perusteella) maksimihintaeroskenaariossa. Tässä skenaariossa on siis oletettu eri biopolttoaineiden hintojen nousevan enemmän kuin päähintaennusteessa ja samaan aikaan raakaöljyn hinnan jäävän alhaisemmaksi. Lisäksi Kuva 37 esittää tavoitepolun tulokset samalle maksimihintaskenaariolle, mutta vain dieselsekoitteen perusteella. Tavoitepolun tulokset jäisivät selvästi pienemmiksi, mikäli hintamuutos perustuu kokonaissekoitteen hinnan muutokseen.

Koska näissä maksimihintaeroskenaarioissa suorat vaikutukset polttoainesekoiteiden hintoihin nousevat merkittävästi suuremmiksi kuin päähintaennusteessa, ovat toimialakohtaiset lopulliset kustannusvaikutukset myös selvästi korkeampia. Maaliikenteen kohdalla kustannukset nousevat peruspolussa 3–4,5 % (vaihtoehdosta riippuen) dieselsekoitteen hinnan muutoksen pohjalta ja 2,4–3,3 %:n kokonaissekoitteen hinnan muutoksen mukaisesti. Tavoitepolussa dieselsekoitteen hinnan muutos aiheuttaisi noin 1,5–2,8 % lisäkustannukset vuonna 2030 maaliikenteelle. Muissa vaihtoehdoissa (kokonaissekoite tai RED II direktiivin toiset tulkinnat) ne jäisivät pienemmiksi. Erityisesti näissä maksimihintaeroskenaarioissa näkyy selvästi taas sähköautojen määrän vaikutus jakeluvervoitteen luomiin lisäkustannuksiin talousjärjestelmässä. Mikäli sähköautoja saadaan käyttöön 250 000 kappaletta vuoteen 2030 mennessä ja energiatehokkuus paranee entisestään (eli toteutuspolku on tavoitepolun mukainen), jakeluvervoitteen luomat lisäkustannukset jäävät selvästi pienemmiksi kuin pienemmillä sähköautomäärillä.

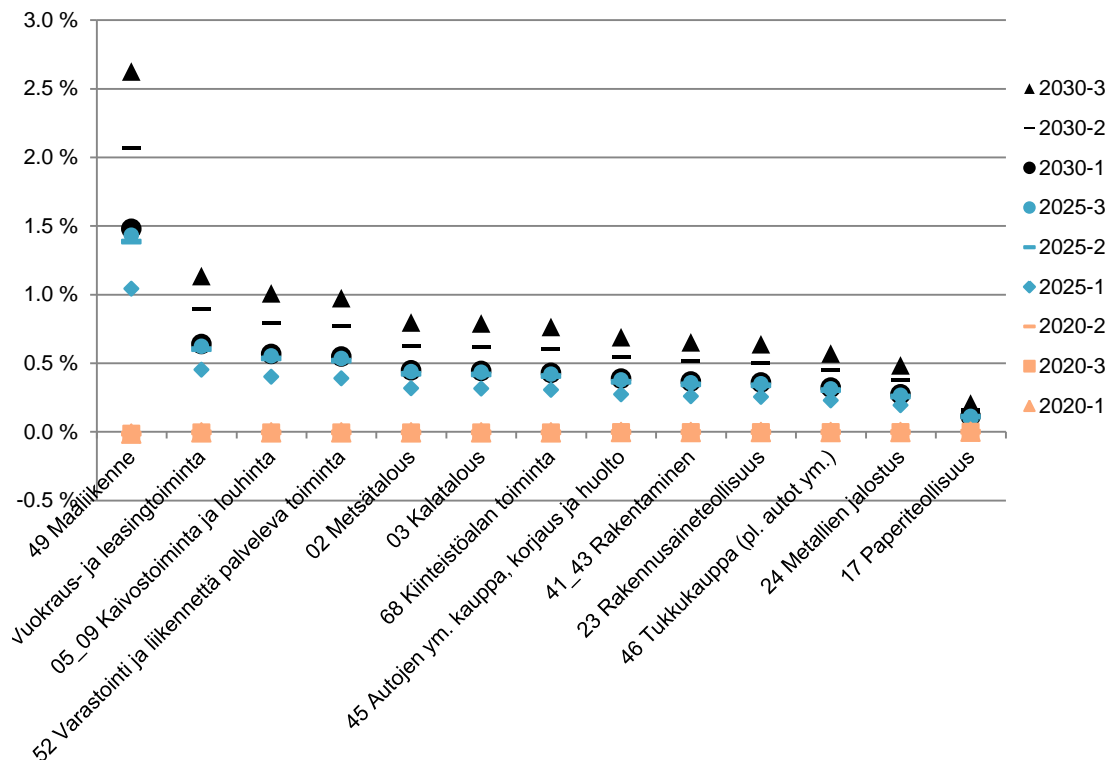
Kuva 35 Peruspolku (2 % ruokapohjainen rajoite), toimialojen kokonaistannusten arvioitu muutos (%) suhteessa vertailupolkuun maksimihintaerolla, dieselsekoitteen hinnan muutoksen mukaan



Kuva 36 Peruspolku (2 % ruokapohjainen rajoite), toimialojen kokonaistannusten arvioitu muutos (%) suhteessa vertailupolkuun maksimihintaerolla, kokonaissekoitteen hinnan muutoksen mukaan

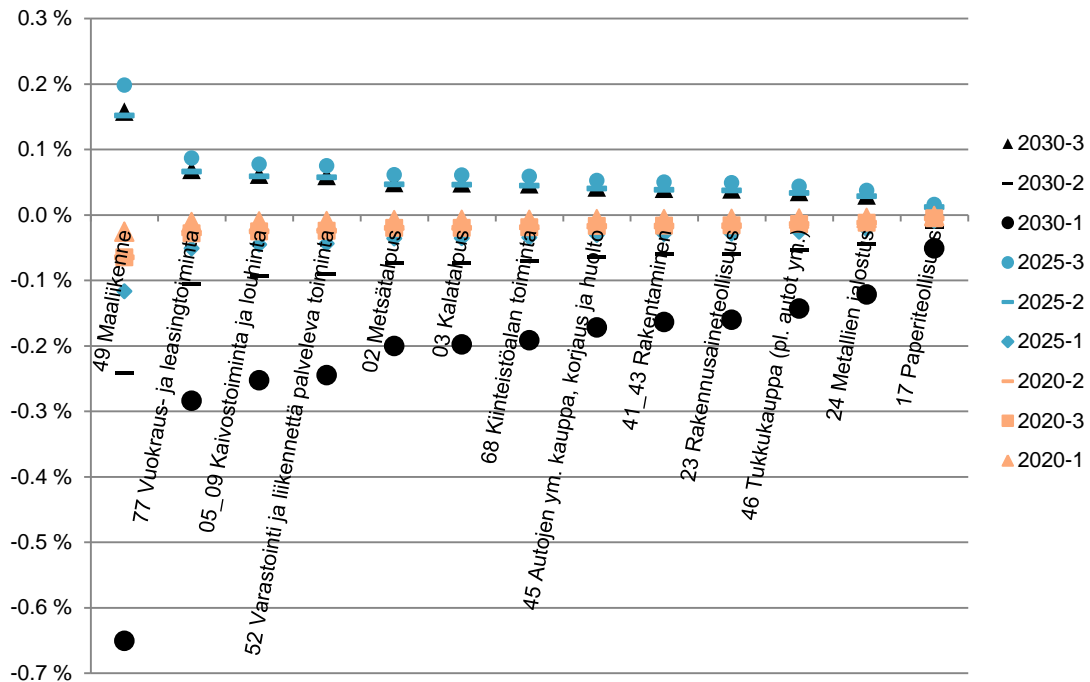


Kuva 37 Tavoitepolku (2 % ruokapohjainen rajoite), toimialojen kokonaiskustannusten arvioitu muutos (%) suhteessa vertailupolkuun maksimihintaerolla, dieselsekoitteen hinnan muutoksen mukaan

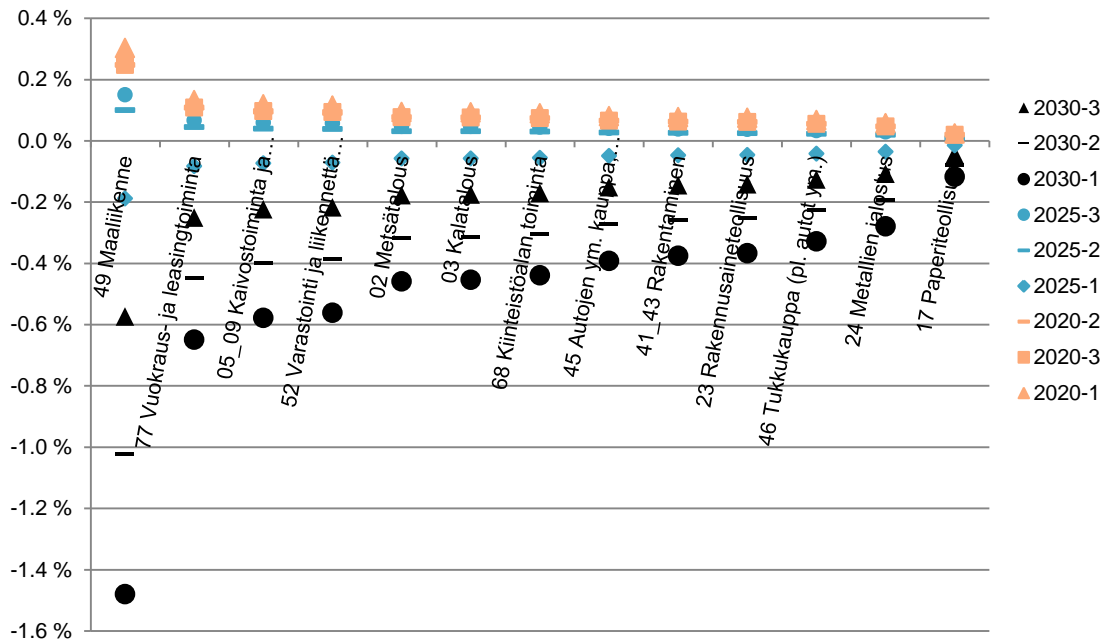


Toisaalta, mikäli fossiilisten ja biopolttoaineiden hintaerot jäävät merkittävästi pienemmiksi kuin päähintaennusteessa arvioidaan, ovat jakeluelvoitteen vaikutukset jopa negatiivisia pitkällä aikavälillä, kuten alla olevat kuvat (Kuva 38 ja Kuva 39) osoittavat kahdelle eri päätoteutuspolulle. Kyseisissä minimihintaeroskenaarioissa kustannukset laskevat maaliikenteessä parhaimmillaan 0,65 % ja muilla toimialoilla noin 0,2 %:a tai sen alle tavoitepolussa. Peruspolussa kustannukset pitkällä aikavälillä laskevat maaliikenteessä parhaimmillaan 1,5 prosenttia ja usealla muullakin toimialalla yli 0,4 %. Hintamuutokset muuttuvat tosin yli ajan niin, että vuosina 2020 ja 2025 on vielä pieniä lisäkustannuksia vaihtoehdosta ja skenaariosta riippuen, mutta nämä poistuvat vuoteen 2030 mennessä raakaöljyn oletetun hinnannousun myötä. Muissa esitellyissä vaihtoehdoissa vaikutukset jäävät pienemmiksi.

Kuva 38 Tavoitepolku (2 % ruokapohjainen rajoite), toimialojen kokonaiskustannusten arvioitu muutos (%) suhteessa vertailupolkuun minimihintaerolla, dieselsekoitteen hinnan muutoksen mukaan



Kuva 39 Peruspolku (2% ruokapohjainen rajoite), toimialojen kokonaiskustannusten arvioitu muutos (%) suhteessa vertailupolkuun minimihintaerolla, dieselsekoitteen hinnan muutoksen mukaan



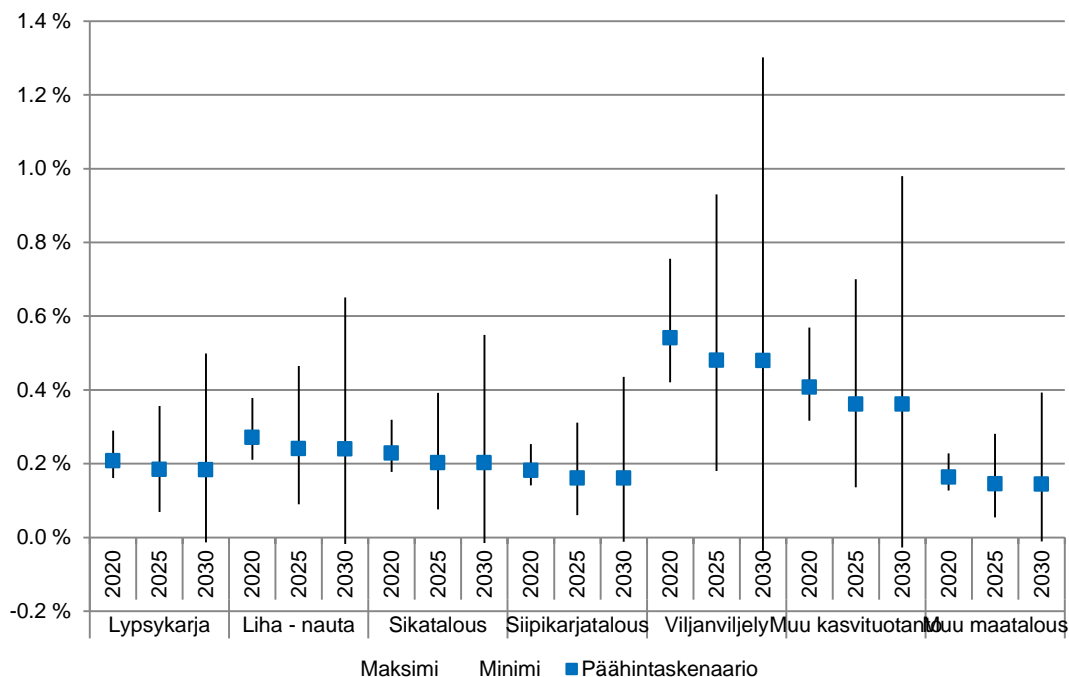
Kustannusvaikutus maataloudessa

Kappaleessa 10.2 esitettyjä työkoneiden polttoaineen hinnan muutoksia on suhteutettu liitteen A taulukossa 19 esitettyihin polttoainekustannusosuuksiin erilaisille maataloustoimijoille. Lisäksi vaikutusanalyysissä on otettu huomioon keskimääräinen kerrannaisvaikutus maataloudessa perustuen toimialakohtaisiin epäsuorien kustannusten laskentaan (eli käänteismatriiseihin ja eri toimialojen suoriin hintamuutoksiin).

Seuraavassa kuvassa (Kuva 40) näkyy näiden suorien ja epäsuorien vaikutusten aiheuttamat laskennalliset muutokset kokonaiskustannuksissa. Niiden mukaan suurimmat vaikutukset jakeluvaiheen työkoneita koskevista muutoksista näkyvät viljanviljelyssä, jossa kustannukset nousisivat vuonna 2020 yhteensä noin 0,5 % ja vuonna 2030 hieman alle 0,5 % päähintaennusteen mukaisissa tuloksissa. Myös muussa kasvintuotannossa vaikutukset olisivat yli 0,3 %, kun taas muille maataloustoimijoille vaikutus olisi vähäisempi, noin 0,2 % nousu kustannuksissa.

Mikäli hintaennusteet seuraisivat maksihintaeroskenaariota, nousisi lisäkustannus viljanviljelyssä noin 1,3 % ja muussa kasvintuotannossa noin 1 %. Toisaalta minimihintaeroskenaariossa vaikutukset jäivät olemattomiksi tai jopa hieman negatiiviseksi.

Kuva 40 Muutos eri maataloustoimijoiden kustannuksissa verrattuna vertailupolkuun, %



10.4.Kustannusvaikutukset kuluttajille

Polttoainehintojen ja liikennepalveluiden hintojen muutosten vaikutuksia erilaisiin kotitalouksiin analysoitiin kulutustutkimuksen mikrotietokantojen avulla. Vaikutuksia kotitalouksille analysoitiin tässä vain jakeluvaiheen aiheuttamien suorien hintavaikutusten perusteella. Lämmityspolttoöljyn hinnannousun vaikutusta arvioitiin erikseen.

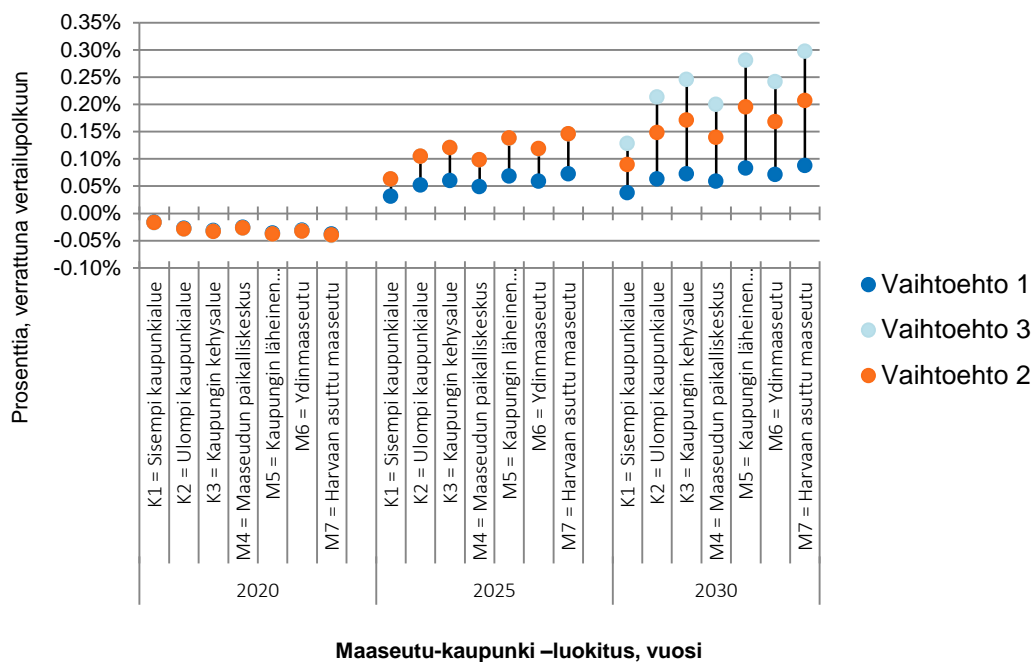
Liikennepalveluiden hintojen nousun epäsuoraa vaikutusta kotitalouksien kustannuksiin ei tarkasteltu erikseen, koska liikennepalveluiden hintojen nousu on polttoaineisiin verrattuna maltillista suurimmassa osassa toteutuspoluista, toteutuspolkuvaihtoehtoja on paljon ja kyseisten palveluiden osuus kotitalouksien menoista on lisäksi rajattu (vuonna 2012 julkiset maaliikennepalvelut veivät keskimäärin 1,3 % kotitalouksien tuloista). Esimerkiksi jopa 5 % hintojen nousu maaliikennepalveluissa tarkoittaisi yksinkertaistetulla laskelmalla maksimissaan noin 0,06 % nousua kotitalouksien kustannuksissa.

Seuraavissa kuvissa keskitytään jakeluvaihtoehtojen kotitalouskohtaisiin suoriin vaikutuksiin kaikissa kotitalouksissa keskimäärin. Liite B sisältää pelkille auton omistaville kotitalouksille tehdyt samanlaiset vaikutuslaskelmat.

Tavoitepolku – kaikki kotitaloudet

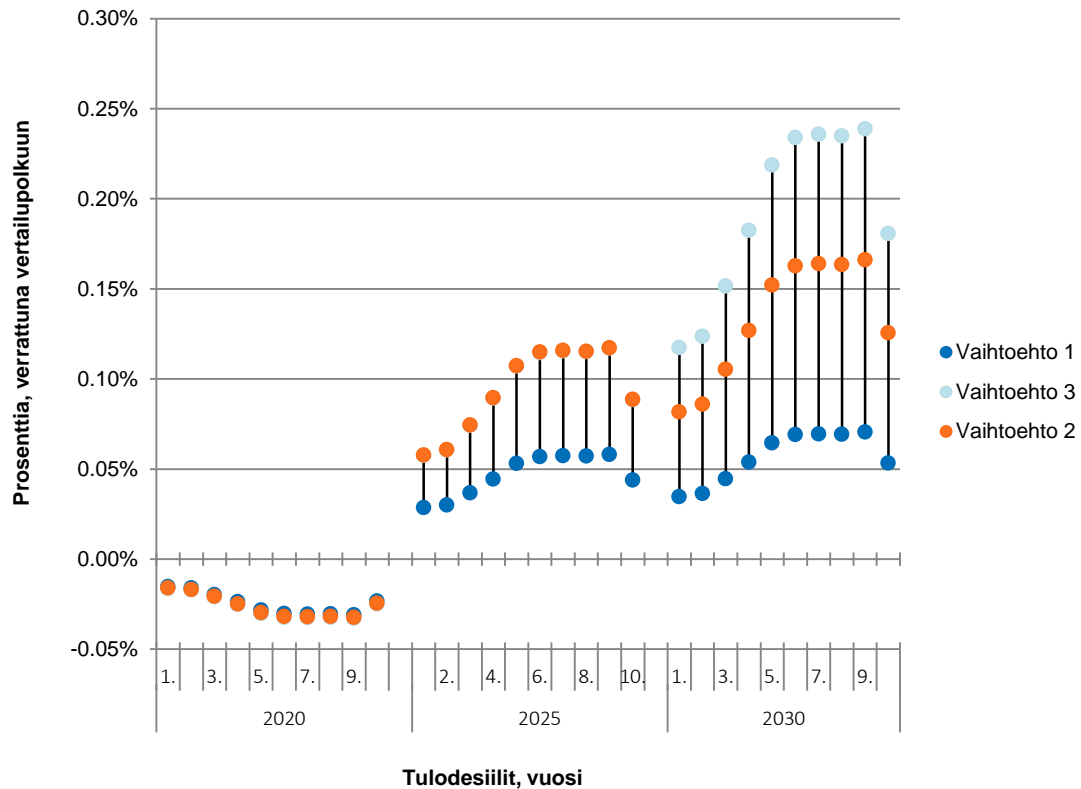
Alla olevassa kuvassa (Kuva 41) on esitetty polttoaineiden hintojen nousun aiheuttama muutos kuluttajien kustannuksissa maaseutu-kaupunki – luokituksella tavoitepolussa. Vuonna 2030 ja 2025 polttoaineiden hintojen nousu aiheuttaisi suurimman kustannusten nousun kotitalouksille harvaanasutulla maaseudulla. Koska vuonna 2020 polttoainehintojen muutos tuottaisi kotitalouksille säästöjä, harvaan asutulla maaseudulla asuvat hyötyisivät vastaavasti tästä polttoainehinnan muutoksesta eniten.

Kuva 41 Tavoitepolku – Muutos kuluttajien kustannuksissa polttoaineiden hinnan nousun takia maaseutu-kaupunki –luokituksella



Kuva 42 esittää vastaavan tavoitepolun kuluttajien kustannusmuutoksen tulokymmenyksittäin. Vuonna 2030 ja 2025 polttoainehintojen nousu aiheuttaa suurimman kustannusten nousun niille kotitalouksille, jotka kuuluvat tulokymmenyksiin 5-9 n. Muutos on kuitenkin kohtuullisen pieni, noin 0,25 % verrattuna tuloihin. Koska vuonna 2020 polttoainehintojen muutos tuottaisi kotitalouksille säästöjä, niin vastaavasti tulokymmenyksiin 5-9 kuuluvat hyötyisivät tästä polttoainehinnan muutoksesta eniten.

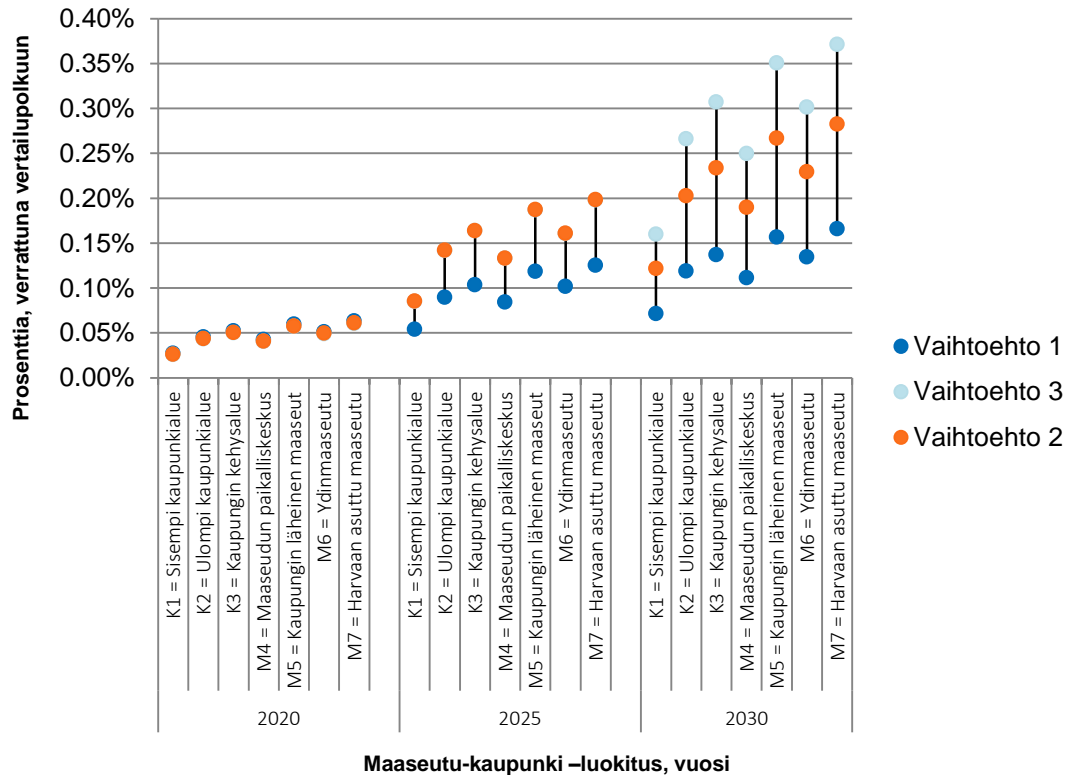
Kuva 42 Tavoitepolku – Muutos kuluttajien kustannuksissa polttoaineiden hinnan nousun takia tulokymmenluokituksella



Peruspolku – kaikki kotitaloudet

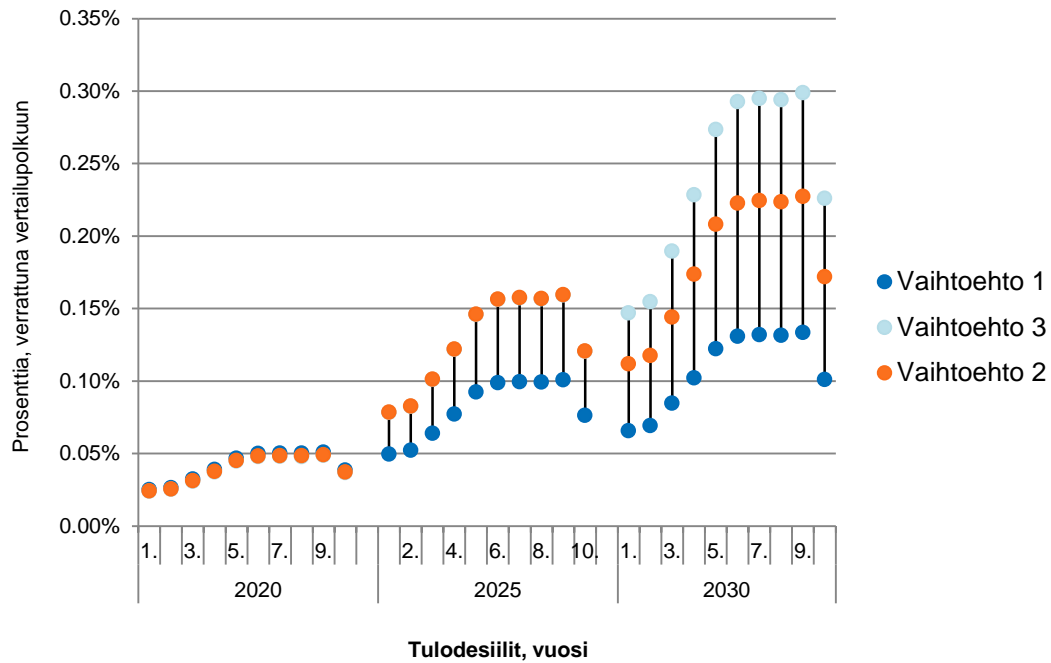
Kuva 43 esittää polttoaineiden hinnan nousun aikaansaamaa muutosta kuluttajien kustannuksissa maaseutu-kaupunki -luokituksella peruspolulla. Polttoainehintojen nousu lisäisi eniten harvaanasutulla maaseudulla sijaitsevien kotitalouksien kustannuksia. Kustannukset nousisivat vuonna 2030 suurimmillaan 0,4 % ja pienimmillään 0,15 % riippuen polttoainesekoitteen vaihtoehdosta. Vähiten kustannukset nousisivat sisemmän kaupunkialueen kotitalouksilla. Verrattuna kotitalouksien keskimääräisiin menoihin vuonna 2016, tämä 0,4 % reaalin kustannusten nousu tarkoittaisi yhteensä alle 150 euron lisämenoerää koko vuodelle nykyrahassa.

Kuva 43 Peruspolku – Muutos kuluttajien kustannuksissa polttoaineiden hinnan nousun takia maaseutu-kaupunki -luokituksella



Kuva 44 vertailee muutosta kuluttajien kustannuksissa polttoaineiden ja liikennepalvelujen hinnan nousun takia 10 %:n tulokymmenysluokittain. Kuvasta nähdään, että polttoainehintojen nousu nostaa eniten tulokymmenyksiin 5-9 kuuluvien kotitalouksien kustannuksia. Vähiten polttoainehintojen nousu lisää alimpaan eli ensimmäiseen desiiliin kuuluvien kotitalouksien kustannuksia. Yleisesti ottaen suurin osa muutoksista on kohtuullisen pieniä.

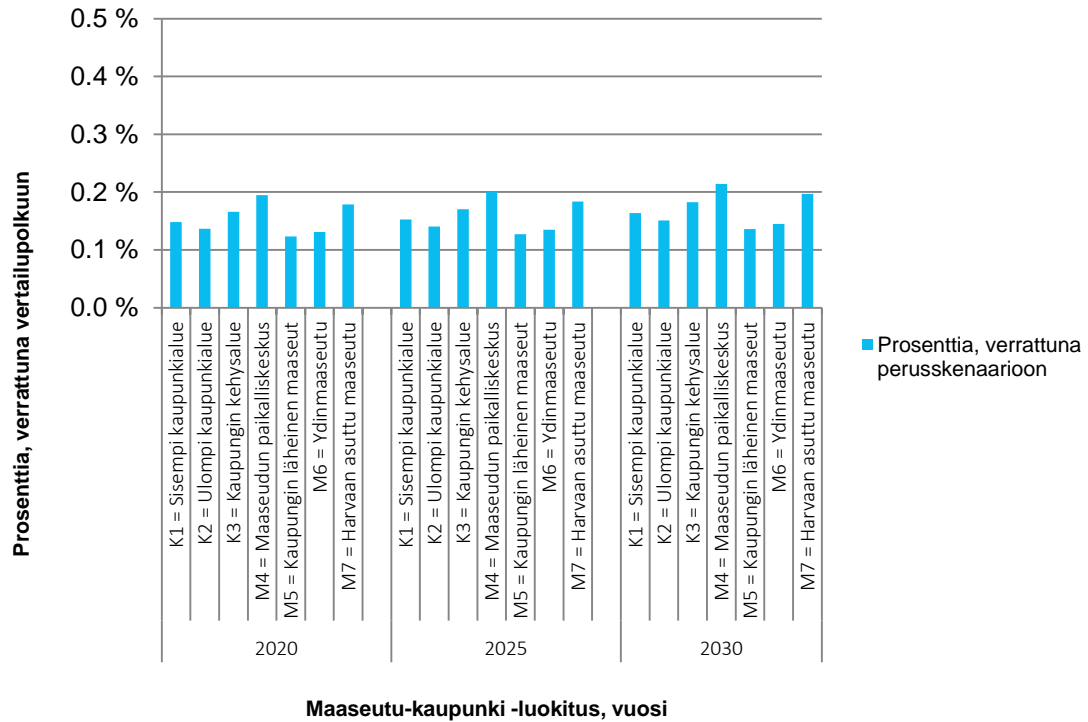
Kuva 44 Peruspolku – Muutos kuluttajien kustannuksissa polttoaineiden hinnan nousun takia tulokymmenyksittäin



Kotitaloudet, jotka kuluttavat lämmitysöljyä

Alla olevassa kuvassa (Kuva 45) on muutos lämmitysöljyä kuluttavien kotitalouksien kustannuksissa lämmitysöljyn hinnan nousun takia maaseutu-kaupunki -luokituksella. Liitteessä B on esitettyä lämmitysöljyä kuluttavien osuudet maaseutu-kaupunki -luokituksen mukaisesti. Vastaava suora hinnan nousu päähintaennusteen mukaisesti lämmitysöljyssä on sama kuin maatalouden kohdalla. Lämmitysöljyn maltillisemman suoran kustannuksen ja hyvin pienen kustannusosuuden takia jakeluvaihtoiteen (10 % sekoitusvelvoite) vaikutus on tässä tapauksessa hyvin maltillinen verrattuna polttoaineiden hintojen nousun aiheuttamaan lisäkustannukseen keskimäärin.

Kuva 45 Muutos lämmitysöljyä kuluttavien menoissa lämmitysöljyn hinnan nousun takia maaseutu-kaupunki -luokituksella (prosenttiyksikköä)



Hintasensitiivisyysanalyysi polttoainehintojen nousulle

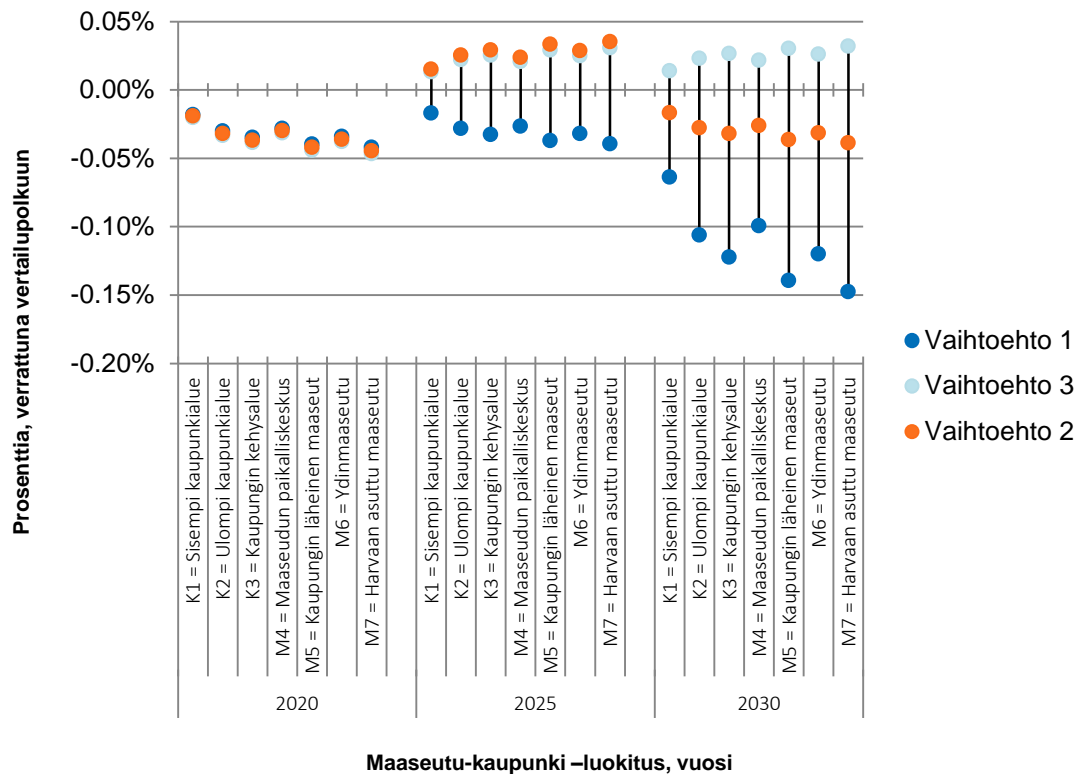
Seuraavissa kuvissa on analysoitu samojen tulosten hintasensitiivisyyttä siten, että vertailaan polttoainehintojen muutoksen minimaalista ja maksimaalista vaikutusta kotitalouksien kustannuksiin suorien hintavaikutusten sensitiivisyyksien pohjalta.

Kuva 46 ja Kuva 47 havainnollistavat minimi- ja maksimihintaeron aiheuttamaa sensitiivisyyttä eri alueilla asuville kotitalouksille tavoitepolulla (jossa kustannusten nousu on pienempää kuin peruspolulla). Verrattuna toimialakohtaisiin laskelmiin tulee huomata, että nämä tulokset perustuvat kokonaispolttoainesekoitteen hinnan suoraan muutokseen, koska kotitaloudet kuluttavat myös paljon bensiiniä toisin kuin esim. liikennepalvelutoimiala.

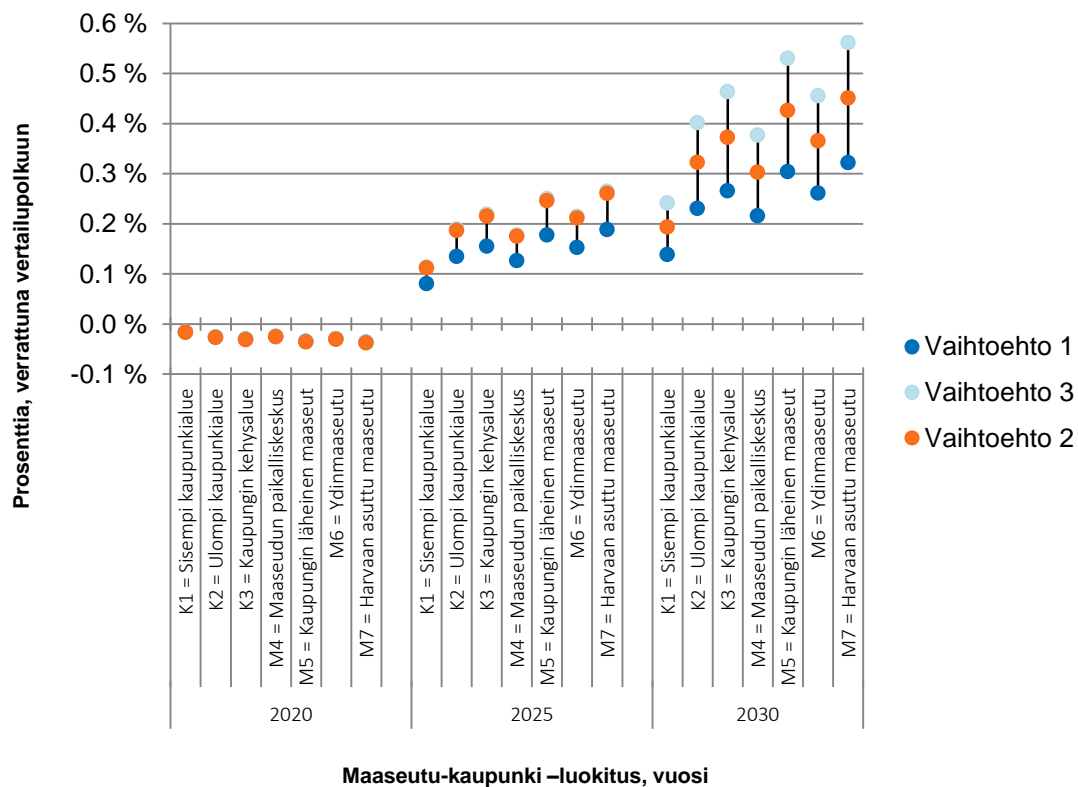
Kuten aikaisemminkin, minimihintaeroskenaariossa kotitaloudet hyötyisivät jakeluvetoisesta pitkällä aikavälillä pienen kustannusten laskun ansiosta. Toisaalta maksimaalinen hintaero fossiilisten ja biopolttoaineiden välillä nostaisi kustannuksia enimmillään lähes 0,9 % harvaan asutulla maaseudulla eläville. Keskimääräisellä kotitaloudella vaikutus jäisi tässäkin tapauksessa kuitenkin kohtuullisen pieneksi, noin 0,6 % kustannusten nousuksi verrattuna tuloihin.

Herkkyystarkasteluiden tulokset ovat peruspolulla vastaavia kuin tavoitepolulla mutta asteen suurempia. (Kuva 48 ja Kuva 49)

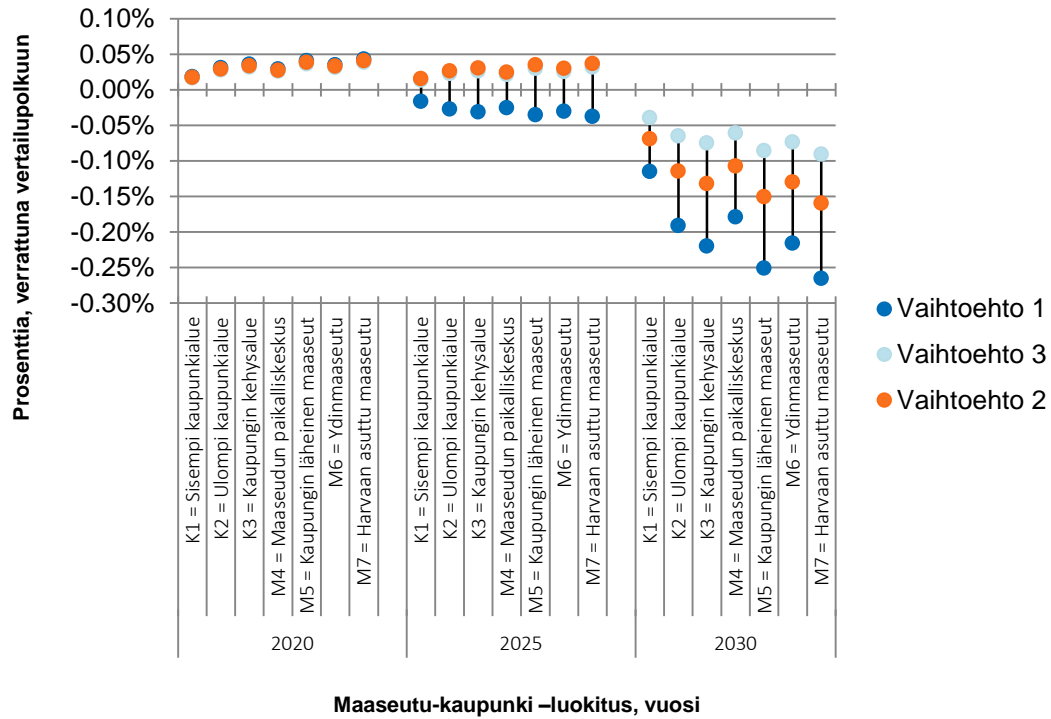
Kuva 46 Tavoitepolku, minimihintaeroskenaario – Muutos kuluttajien kustannuksissa polttoaineiden hinnan nousun takia maaseutu-kaupunki -luokituksella



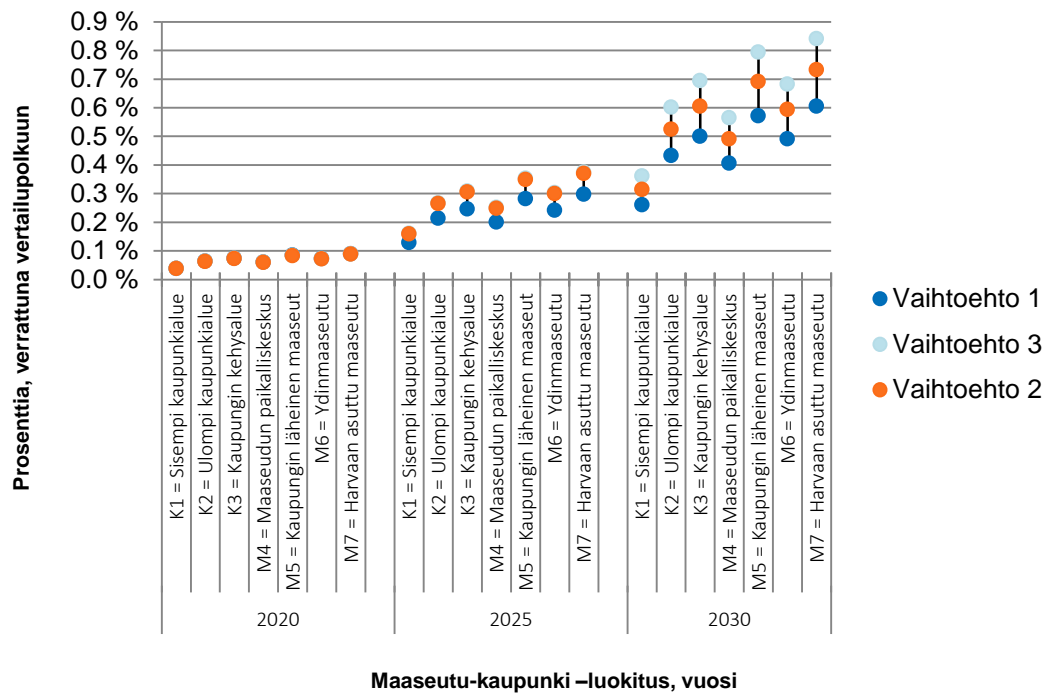
Kuva 47 Tavoitepolku, maksimihintaeroskenaario – Muutos kuluttajien kustannuksissa maaseutu-kaupunki -luokituksella



Kuva 48 Peruspolku, minimihintaeroskenaario – Muutos kuluttajien kustannuksissa maaseutu-kaupunki -luokituksella



Kuva 49 Peruspolku, maksimihintaeroskenaario – Muutos kuluttajien kustannuksissa maaseutu-kaupunki -luokituksella



10.5.Suorat vaikutukset valtioalouteen

Jakeluvelvoitteen aiheuttamat suorat muutokset polttoaineiden valmisteverokertymissä laskettiin tavoite- ja peruspolussa ja niiden eri jakeluvelvoitevaihtoehdoissa vuosina 2020, 2025 ja 2030 (taulukko 15 ja 16). Peruspolussa vaikutus jakeluvelvoitteesta on suurin, maksimissaan -260 miljoonaa euroa, kun taas tavoitepolussa jakeluvelvoitteen vaikutus jää suurimmillaan -140 miljoonaan euroon. Vuonna 2014 polttoaineista saatu verokertymä oli yhteensä 2 745 miljoonaa euroa. Suhteessa koko valtiontalouden nykyiseen kokonaisverokertymään, 260 miljoonan reaalin lasku valmisteverokertymässä tarkoittaisi -0,3 %:n muutosta.

Erityisesti valtiontaloudellisten vaikutusten kohdalla tulee huomata, että verrattuna nykytilaan polttoaineista kerätty verotuotto laskee sähköautojen yleistymisen myötä. Vaikka polttoaineiden hinta voi vaikuttaa jonkin verran siihen, miten paljon uusia sähköautoja ostetaan, jakeluvelvoitteen laskettu vaikutus hintaan (katso osio 10.2) ei ole niin suuri, että sen voitaisiin yksistään odottaa lisäävän merkittävästi sähköautojen ostoja.⁵ Lisäksi tulee huomata, että tässä raportoidut vaikutukset valmisteverojen määrään perustuvat eri polttoaineiden suoriin käyttömääriin. Tämän takia esimerkiksi polttoaineiden hintaennusteet eivät vaikuta niihin laisinkaan.

Valmisteverokertymän muutoksia epävarmempaa on arvioida jakeluvelvoitteen aiheuttaman arvonlisäverotulon muutoksia, koska arvonlisäverotulot perustuvat loppuhintoihin. Tämän takia taulukot sisältävät arviot ALV verokertymän muutoksista eri hintaskenaarioille. Ottaen huomioon jakeluvelvoitteen positiivisen vaikutuksen suoraan polttoaineiden hintaan suurimassa osassa toteutuspolkuja, arvonlisäverotulo nousee näissä tapauksissa. Esimerkiksi peruspolussa (jossa vaikutukset hintaa ovat suurempia kuin tavoitepolulla), maksimihintaeroskenaario aiheuttaa niin suuren suoran nousun hinnoissa, että ALV verokertymä nousee lähes yhtä paljon vuonna 2030 kuin mitä valmisteverokertymä laskee jakeluvelvoitteen myötä. Näin lopullinen vaikutus valtioalouteen on lähes olematon (-13 miljoonaa) verrattuna valtion kokonaistuloihin tai edes energiaverokantaan. Toisaalta minimihintaero skenaariossa ALV -tulot jopa laskevat hieman pitkällä aikavälillä jakeluvelvoitevaihtoehdossa 3, jonka myötä valtion verotulot laskevat näiden suorien vaikutusten myötä lähes 300 miljoonaa. Kokonaisvaikutus valtioalouteen päähintaennusteen kohdalla jää näiden kahden ääripään väliin. Kuten aikaisemmin mainittiin, edes -300 miljoonan euron vaikutus ei kuitenkaan ole suuri verrattuna valtion kokonaisverotuloihin. Lisäksi tulee huomata, että **hintaennusteiden epävarmuuksien ja pelkkien suorien vaikutusten huomioimisen takia nämä euromääräiset arviot ovat vain suuntaan antavia. Niiden suhteutus valtion kokonaistulokertymään antaa paremman niiden arvion suhteellisesta kokoluokasta.**

Tavoitepolulla vaikutukset ovat taas hyvin samansuuntaisia kuin peruspolulla, mutta vain pienempiä.

⁵ Polttoaineiden hinnan nousun ollessa maksimissaan noin 12 prosenttia keskimääräiselle kotitaloudelle (kulutustutkimus, 2012 ja 2016) tämä tarkoittaa maksimissaan noin 200 euron nousua vuosittaisissa polttoainekustannuksissa, koska keskimääräisesti kotitaloudet käyttävät noin 1100-1400 euroa polttoaineiden ostamiseen vuodessa. Hintaero samantyyppisten polttomoottorikäyttöisten ja sähkökäyttöisten autojen välillä on arvioitu pysyvän suurempana kuin muutamat tuhat euroa ainakin vuoteen 2025 asti ja mahdollisesti vielä pidempään (Nylund et al, 2016), minkä takia kyseisen maksimissaan noin 200 euron hinnan nousun ei voi olettaa vaikuttavan merkittävästi ekstensiiviseen marginaaliin eli siihen miten paljon kuluttajat ostavat sähköautoja.

Taulukko 15 Tavoitepolku, muutos polttoaineiden valmiste- ja ALV-verokertymissä, miljoonaa EUR

Vuosi	2020	2020	2020	2025	2025	2025	2030	2030	2030
Vaihtoehto	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Valmisteverot, jakeluvolvoitteella	2365	2354	2354	2132	2113	2113	1743	1721	1704
Valmisteverot, perusskenaario	2421	2421	2421	2217	2217	2217	1844	1844	1844
Erotus valmisteveroissa	-56	-67	-67	-85	-104	-104	-101	-124	-140
Erotus ALV verokertymässä polttoainemyynnistä									
Päähintaennuste	-12	-12	-12	21	42	42	22	51	73
Maksimihintaeroennuste	-11	-11	-11	54	75	76	79	110	137
Minimihintaeroennuste	-13	-13	-14	-11	11	10	-36	-9	9
Kokonaisvaikutus									
Päähintaennuste	-68	-80	-80	-64	-62	-62	-81	-73	-67
Maksimihintaeroennuste	-67	-79	-78	-31	-29	-28	-24	-13	-3
Minimihintaeroennuste	-69	-81	-81	-96	-93	-95	-138	-132	-131

Taulukko 16 Peruspolku, muutos polttoaineiden valmiste- ja ALV-verokertymissä, miljoonaa EUR

Vuosi	2020	2020	2020	2025	2025	2025	2030	2030	2030
Vaihtoehto	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Valmisteverot, jakeluvolvoitteella	2495	2484	2484	2266	2246	2246	2086	2059	2039
Valmisteverot, perusskenaario	2537	2537	2537	2389	2389	2389	2297	2297	2297
Erotus valmisteveroissa	-42	-53	-53	-123	-143	-143	-211	-238	-258
Erotus ALV verokertymässä polttoainemyynnistä									
Päähintaennuste	19	18	18	33	56	56	40	76	103
Maksimihintaeroennuste	27	26	27	87	109	110	173	212	245
Minimihintaeroennuste	12	11	11	-16	7	5	-91	-59	-37
Kokonaisvaikutus									
Päähintaennuste	-23	-35	-35	-89	-87	-87	-173	-163	-155
Maksimihintaeroennuste	-15	-27	-26	-36	-34	-33	-40	-27	-13
Minimihintaeroennuste	-29	-42	-42	-139	-136	-138	-304	-297	-295

10.6. Vaikutukset suhteessa kansantalouteen

Tarkkojen kansantaloustason (erityisesti bruttokansantuotteen, BKT) vaikutusten tarkastelu ei ole mahdollista tämän raportin puitteissa. BKT:n muutoksia voidaan arvioida laskemalla yhteen muutos yksityisessä kulutuksessa, investoinneissa, julkisessa kulutuksessa, viennissä ja tuonnissa. Erityisesti jakeluvolvoitteen merkitystä investoinneille ja ulkomaankaupalle on hyvin haastavaa arvioida, minkä nämä kolme tärkeää osaa joudutaan jättämään pois kokonaisarviointista.

Tämän takia aikaisemmin laskettuja arvioita eri toimialojen, kuluttajien ja valtiontalouden muutoksia on yksistään suhteutettu vuoden 2014 bruttokansantuotteesen lähinnä, jotta

saadaan edes jonkinlaista arviota näiden muutosten koosta suhteessa BKT:een. Toisaalta erityisesti investointien kohdalta tulee huomata, että jakeluvelvoitteen vaikutus kotimaisiin investointeihin voi olla positiivinen, joka vähentäisi kokonaistaloudellisia vaikutuksia. Ulkomaankaupassa jakeluvelvoitteen vaikutus voi olla positiivinen tai negatiivinen riippuen erityisesti kotimaisen kapasiteetin kasvusta ja maailmanmarkkinoiden kysynnästä ja hinnoista biopolttoaineille.

Laskelmat suhteuttavat siis hyvin karkealla tavalla kuluttajien prosentuaalista keskimääräistä lisäkustannusta kussakin vaihtoehdossa vuoden 2014 kuluttajien kokonaiskysyntään ja tätä taas vuoden 2014 bruttokansantuotteeseen. Lisäksi on otettu huomioon edellisessä osassa esitetyt valtiontaloudelliset vaikutukset.

Laskelmiemme tulokset näyttävät ensinnäkin yli ajan lisääntyvän epävarmuuden vaikutusten suhteellisesta koosta eri hintaennusteiden perusteella. Perushintaennusteen mukaisesti vaikutukset kuluttajille ja valtiontalouteen yhteensä ovat noin -0,2 % tavoitepolussa, mutta vaihteluväli on +0,07% ja -0,4 % välillä jakeluvelvoitevaihtoehdosta ja hintaennusteesta riippuen. Peruspolussa vaikutukset ovat suurimmillaan jakeluvelvoitevaihtoehdossa 3 vuonna 2030, +0,05 % ja -0,65 % välillä. Tarkkojen vaikutusten arvioimiseksi koko kansantaloudelle erityisesti maksimihintaeroskenaariossa vuonna 2030 suositellaan lisäanalyyssejä. Toisaalta esitettyjen arvioiden kokoluokka ei ole enimmäkseen kovin suuri ja hintaennusteiden haasteiden takia minimihintaeroskenaario on yhtä todennäköinen kuin maksimihintaeroskenaario. Tämän takia on suositeltua tarkastella päähintaennustetta, joka näyttää keskimääräisen hintaennusteen mukaiset tulokset. Näiden keskihintaennusteiden mukaan kuluttaja- ja valtiontalousvaikutukset olisivat noin -0.1% ja -0.2% välillä vuonna 2030 tavoitepolulla jakeluvelvoitevaihtoehdosta riippuen. Peruspolulla keskihintaiset ennusteet ovat -0.2% ja -0.3% välillä vuonna 2030 vertailupolkuun verrattuna.

11. BIOPOLTTOAINEIDEN TOTEUTUSPOLKUJEN MAHDOLLISET OHJAUSKEINOT

Jakeluelvoitteen ja kehittyneiden biopolttoaineiden alavelvoitteen sakkujen porrastamisella voidaan vaikuttaa siihen, miten velvoitteen piirissä olevat yhtiöt täyttävät velvoitteen. Mikäli halutaan edistää kehittyneiden biopolttoaineiden käyttöä, voidaan tämä tehdä asettamalla käyttövelvoitteen rikkomiselle lisäsakko. Korkealla päävelvoitteen sakolla ja kehittyneille biopolttoaineille asetetulla kohtuullisella lisäsakolla taattaisiin se, että varsinainen jakeluelvoite ja CO₂-vähenemä täytyisi myös tilanteessa, jossa kehittyneiden biopolttoaineiden hinta on korkea. Arvioiden perusteella HVO-polttoaineiden lisähinta olisi maksimissaan noin 20 EUR/GJ (tai 880 EUR/t) vuosien 2012–2030 välillä joten nykyinen 40 EUR/GJ sakkomaksu näyttäisi riittävän toteuttamaan tavoitellun 30 % biopolttoaineosuuden. Nykyinen sakko on diesel-ekvivalenttina 1,355 EUR/litra tai noin 560 EUR/tCO₂. Kehittyneiden biopolttoaineiden lisäkustannus nousisi jakson lopulla noin 25 EUR/GJ (1 050 EUR/toe) tilanteessa, jossa myös öljytuotteiden hintojen oletetaan nousevan nykytasosta. Jakeluelvoitteen ja kehittyneiden biopolttoaineiden alavelvoitteen sakkujen porrastamisella voidaan vaikuttaa siihen miten velvoitteen piirissä olevat yhtiöt täyttävät velvoitteen.

Tämä selvityksen toimeksiannossa ei ollut mukana polttoaineverojen muutosten selvittämistä osana vaikutusarvioita, mutta työn aikana keskusteltiin polttoaineverotuksesta yhtenä mahdollisista ohjauskeinoista. Hiilidioksidiveron muutos eräkohtaiseksi muuttaisi hie-man kehittyneiden biopolttoaineiden veroetua suhteessa muihin biopolttoaineisiin, sillä tiukentuvien KHK-päästövaatimusten perusteella suurin osa biopolttoaineista tulisi olemaan 50–85% KHK-vähennämisen välillä. Silloin edellä esitetty kehittyneiden biopolttoaineiden alavelvoite sakkomaksuineen tulisi olemaan pääasiallinen ohjauskeino.

Kehittyneiden biopolttoaineteknologioiden markkinoille saattamiseen tullaan vaatimaan kasvavia investointiavustuksia niin EU kuin kansallisella tasolla. Tulevilla EU-tasoisilla rahoitusinstrumenteilla tulee olemaan kriittinen rooli suurten kaupallisten laitosten riskirahoituksessa. Esimerkkinä näistä rahoitusinstrumenteista on tuleva Innovaatorahasto, jonka kautta tuetaan muun muassa uusiutuvan energian demonstraatioita.

11.1. Jakeluelvoitteen sakkomaksut

Työssä tehtyjen alustavien hinta-arvioiden avulla laskettiin vuosittain eri biopolttoainetyyppien hintaero suhteessa fossiilisiin polttoaineisiin, joiden avulla voitiin arvioida jakeluelvoitteen sakkomaksujen suuruutta. Arvioiden perusteella HVO-polttoaineiden lisähinta olisi maksimissaan noin 20 EUR/GJ (tai 880 EUR/t) vuosien 2012–2030 välillä, joten nykyinen 40 EUR/GJ sakkomaksu näyttäisi riittävän toteuttamaan tavoitellun 30 % biopolttoaineosuuden. Nykyinen sakko on diesel-ekvivalenttina 1,355 EUR/litra tai noin 560 EUR/tCO₂.

Kehittyneiden biopolttoaineiden lisäkustannus nousisi jakson lopulla noin 25 EUR/GJ (1 050 EUR/toe) tilanteessa, jossa myös öljytuotteiden hintojen oletetaan nousevan nykytasosta. Jakeluelvoitteen ja kehittyneiden biopolttoaineiden alavelvoitteen sakkujen porrastamisella voidaan vaikuttaa siihen miten, velvoitteen piirissä olevat yhtiöt täyttävät velvoitteen. Mikäli halutaan edistää kehittyneiden biopolttoaineiden käyttöä, voidaan tämä tehdä asetta-

malle käyttövelvoitteen rikkomiselle lisäsakko. Tilanteessa, jossa kehittyneiden biopolttoaineiden hinta on korkea, varsinainen jakeluelvoite ja CO₂-vähenemä voitaisiin täyttää asettamalla päävelvoitteelle korkea sakko ja kehittyneille biopolttoaineille kohtuullinen lisäsakko. Kotimaisten puupohjaisten biopolttoaineiden investointiedellytyksiä voidaan parantaa korkealle tasolle asetetulla lisäsakolla. EU:n valtiontukisäädöksiin liittyvien periaatteiden takia ei voida kuitenkaan taata, että syntyvä tuotanto jää Suomen markkinoille ja auttaa osaltaan kehittyneiden biopolttoaineiden jakeluelvoitteen täyttämistä.

RED II asettaa rajoituksia ruokapohjaisille ja liite IX B raaka-aineisiin pohjautuville biopolttoaineille, jotka joudutaan ottamaan huomioon kansallisessa jakeluelvoitteessa. Näille biopolttoaineille ei ole tarpeen asettaa omia sakkomaksuja, sillä niille voidaan asettaa omat enimmäismäärät osana jakeluelvoitteeseen hyväksytyjä biopolttoaineita.

11.2. Polttoaineiden verotus

Tämä selvityksen toimeksiannossa ei ollut mukana polttoaineverojen muutosten selvittäminen osana vaikutusarvioita, mutta työn aikana keskusteltiin polttoaineverotuksesta yhtenä mahdollisista ohjauskeinoista. Ohjausryhmän keskustelujen pohjalta voidaan todeta nykyisen verojärjestelmän vaativan mahdollisesti joitain muutoksia uuden jakeluelvoitteen valmistelun yhteydessä tai ennen muutosten voimaantuloa. Kansallisen biopolttoainetyöryhmän raportissa todetaankin verotuksen osalta seuraavaa:

Tässä vaiheessa voi kuitenkin ennakoida, että biopolttoaineiden sääntelyssä tapahtuvat muutokset (esimerkiksi mahdollinen kaksoislaskennan poistuminen) voi heijastua tarpeeseen sopeuttaa verotusta siten, ettei kategorinen biopolttoaineiden hiilidioksidiverottomuus tai hiilidioksidiveron puolitus ole enää EU-oikeudellisesti mahdollista. Samansuuntaisia paineita voi tulla valtiontukisääntelyn kehittymisestä. Edellä mainittu ei tarkoittaisi hiilidioksidiverosta luopumista, vaan sopeuttamista esimerkiksi siten, että hiilidioksidiveron alennus olisi porrastettava tiheämmin tai siirryttävä suoraan eräkohtaiseen hiilidioksidiveron alennukseen (veron alennus olisi päästövähennemän suuruinen). (Työ- ja elinkeinoministeriö, 13.6.2018)

Edellä mainitun kaltainen hiilidioksidiveron muutos muuttaisi hieman kehittyneiden biopolttoaineiden veroetua suhteessa muihin biopolttoaineisiin, sillä tiukentuvien KHK-päästövaatimusten perusteella suurin osa biopolttoaineista tulisi olemaan 50–85% KHK-vähennemän välillä. Silloin edellisessä kappaleessa esitetty kehittyneiden biopolttoaineiden alavelvoite sakkomaksuineen tulisi olemaan pääasiallinen ohjauskeino. Muiden polttoaineiden osalta erityisesti jäterasvoihin ja –öljyihin perustuvat biopolttoaineet tulisivat olemaan verokohtelultaan vähintään samalla tasolla kehittyneiden biopolttoaineiden kanssa, elleivät jopa hieman matalammin verotettuja. Eri nestemäisten, kaasumaisten ja muiden uusiutuvien kehittyneiden liikennepolttoaineiden verotusta tulisi EU- ja maatasolla pyrkiä kehittämään tasapainoisesti ja KHK-perusteisesti, jolla pyrittäisiin kustannustehokkaaseen päästöjen vähentämiseen sekä markkinoiden vakaaseen kehittymiseen teknologianeutraalisti.

11.3. Kansalliset ja EU-tason biojalostamoiden investointiavustukset

VTT:n raportin ”Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030” vuoden 2016 päivityksessä oli esitetty arvioita kehittyneiden drop-in biopolttonesteiden tuotantokustannuksista ja demonstraatiopoluista käyttäen raaka-aineena kiinteitä metsätähteitä

tai oikea. (Nylund, ym., 2017). Siinä todettiin, että ”noin 600 ktoe/a uusiutuvien kehittyneiden liikennepolttoaineiden investointitarpeeksi suuruusluokkaa 2 000 MEUR sekä riskirahoitustarpeeksi n. 570 MEUR vuoteen 2030 mennessä. Uusien teknologioiden kehitys- ja pilot-rahoituksen tarpeen arvioidaan olevan noin 20–60 milj. euroa vuoteen 2020 mennessä kotimaisten kehityskonsortioiden kehityshankkeiden lukumäärästä ja pilotointi-investoinneista.” Raportissa kuvattiin, että eri valmistustapojen kehitystyön onnistuessa biopolttonesteiden ja biometaanin tuotantokustannuksissa on mahdollista päästä 700-1300 EUR/toe tasolle. Tähän työhön arvioita ei ole päivitetty.

Merkittävän isoja pilot- tai demonstraatiolaitoksia ei ole käynnistetty Suomessa tai Euroopassa viime vuosina. Lisäksi Ruotsin Göteborgissa oleva puusta biometaanin tuottava Go-BiGas-laitos suljettiin lopullisesti vuonna 2018.

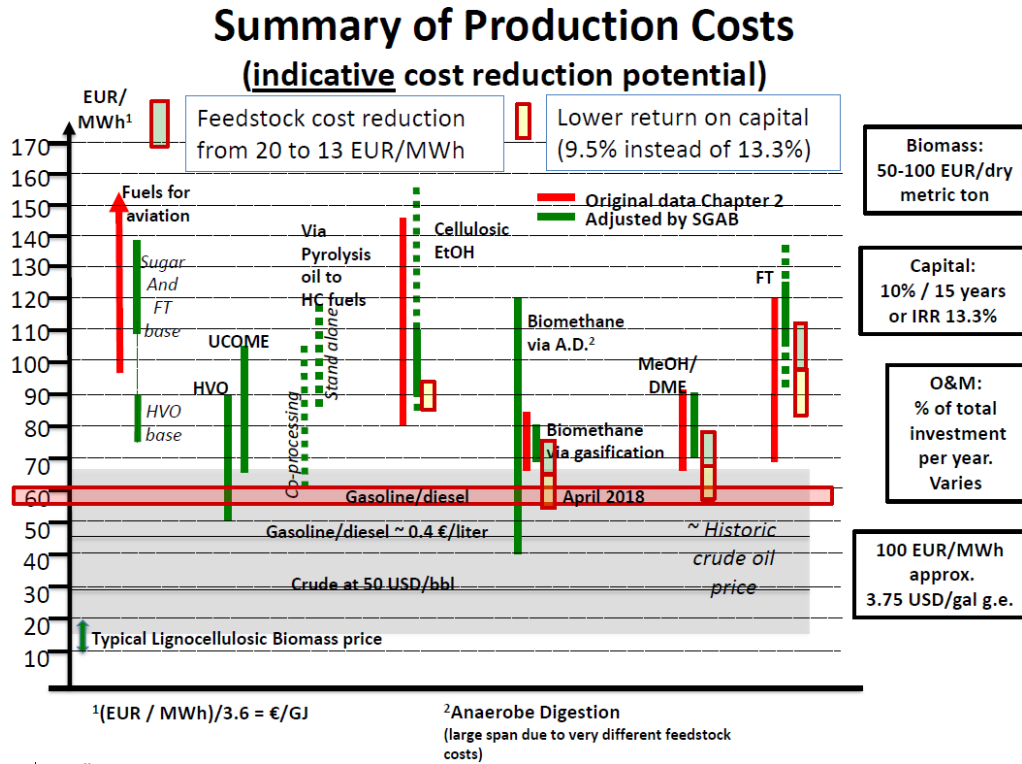
EU:lla on tarjota tuki-instrumentteja, joista merkittävin oli NER300 avustusohjelma uusiutuvalle ja vähäpäästöiselle energiatekniikalle. Uusia tuki-instrumentteja on kehitteillä, kuten tuleva Innovaatorahasto, jonka kautta tuetaan mm. uusiutuvan energian demonstraatioita. Rahasto perustuu n. 450 miljoonan päästöoikeuden myyntituloista (3-11 mrd. euroa) saataviin varoihin. Ensimmäinen hakukierros käynnistyy jo ennen vuotta 2020.

Suomessa TEM on rahoittanut merkittävästi uuden energiatekniikan hankkeita. Vuoden 2019 energiatukivaltuuden budjetiksi on ehdotettu 80 miljoonaa euroa, joka on 25 miljoonaa euroa enemmän kuin kuluvan vuoden varsinaisessa talousarviossa. Tuen kasvu perustuu kansalliseen energia- ja ilmastostrategiaan.

EU:n Komission perustaman Sub-Group of Advanced Biofuels työryhmän loppuraportti julkaistiin vuonna 2017 (Landälv, 2017). Kyseisessä raportissa on esitetty arvio, miten kehittyneiden biopolttoaineiden tuotantokustannukset voisivat kehittyä kehitystyön ja kaupallistamisen onnistuessa Euroopan markkinoilla vuoteen 2030 (Kuva 50). HVO:n tuotanto kasvirasvoista sekä nestemäisistä jäte- ja sivuvirroista on ollut edullisinta suurien tuotantolaitosten ja edullisen raaka-ainehinnan takia. Biokaasulaitosten tuotantokustannuksia on usein alentanut jätteiden porttimaksut. Puu- ja olkipohjaista etanoli-, biokaasu- tai uusiutuvaa dieseliä tai bensiiniä tuottavia demonstraatiolaitoksia on maailmalla vasta muutamia, mutta kehitys- ja tutkimustyö on voimakasta.

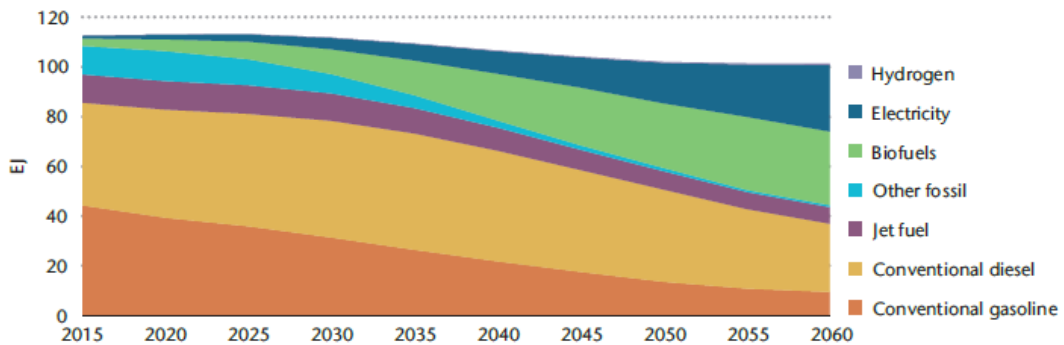
IEA julkaisi vuonna 2017 ”Technology Roadmap Delivering Sustainable Bioenergy” -raportin, jossa kuvattiin eri energialähteiden, sisältäen bioenergian, hankintaa ja käyttöä eri ilmastomuutoksen hillinnän skenaarioissa vuoteen 2060. IEA:n mukaan 2 C asteen 2DS skenaariossa kestävän bioenergian osuus kasvaisi merkittävästi ja liikenteessä sen käyttö tulisi kymmenkertaistua vuosina 2015–2060. Vuoteen 2060 sähkön osuus liikenteessä kasvaisi merkittävästi, ollen 2060 noin 27 EJ ja 26 % liikenteen energiankäytöstä. Biopolttoaineiden osuus olisi noin 30 EJ ja 30 % energiankäytöstä. Kehitystyön kustannuksista raportissa todetaan ”If, in order to facilitate the deployment of the capacity necessary to “buy down” the costs in this way, developers were offered fuel purchase offtake agreements at the cost prevailing in the year of construction of the plants, in a central case support costs would build up annually, reaching USD 8.3 billion/year in 2029, and then declining until 2040. The total support cost would be some USD 100 billion. This sum, while substantial, represents a very small fraction of the total fossil fuel costs from here to 2040, which would total some USD 30 trillion. The support costs for advanced biofuels under these assumptions would amount to less than 0.5% of fossil fuel costs over this period.”

Kuva 50: Arvio kehittyneiden biopolttoaineiden tuotantokustannuksista kohti vuotta 2030 (Landälv, 2017)



Kuva 51: IEA 2DS skenaarion globaalin liikenteen energialähteiden tarve vuoteen 2060. (International Energy Agency, 2017)

Figure 9: Transport final energy demand in the 2DS



12. YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli esittää vaikutusarvio biopolttoaineiden osuuden nostamisesta 30 %:iin kustannustehokkaasti Suomessa vuoteen 2030 mennessä. Biopolttoaineiden osuuden nostamiskojen arvioinnissa arvioitiin kotimaisen tarjonnan, tuonnin, loppukäyttäjien ja kansantalouden kannalta tehokkaimpien ja toteutettavien polkujen taloudellisia vaikutuksia keskittyen kuitenkin taloudellisesti merkittävimpiin vaikutuksiin. Kotimaisen tuotannon ja biopolttoaineiden tuonnin osalta arvioitiin uuden direktiivin (RED II) mukanaan tuomia rajoitteita ja mahdollisuuksia suhteessa nykyisin voimassaolevaan säädöskantaan.

Vaikutusarvioinnin ensimmäisessä vaiheessa määritettiin kotimaisten biopolttoaineiden ja nesteiden nykytila, uuden kapasiteetin tarve ja kustannukset sekä kilpaileva tarjonta ja kysyntä. Kotimaisten yritysten biopolttoaineiden kokonaiskapasiteetin arvioitiin olevan toukuussa 2018 kotimaassa 535 ktoe ja ulkomailla 2 300 ktoe. Suurimmat biopolttoaineiden tuottajat ovat tällä hetkellä Neste Oyj (78 % kotimaan kapasiteetista) ja UPM-Kymmene Oyj (19 % kotimaan kapasiteetista). Pääosa biopolttoaineiden nykytuotannosta perustuu ulkomaisiin jäteöljyihin ja –rasvoihin sekä jossain määrin tuotuihin mänty- ja kasviöljyihin.

Kotimaisten biopolttoaineiden tuotannon kokonaiskapasiteetin odotetaan kasvavan kotimaassa 1 000 ktoe:lla ja ulkomailla 1 640 ktoe:lla vuoteen 2025 mennessä. Jos kapasiteettilisäykset toteutuvat suunnitelmien mukaisesti, biopolttoaineiden kokonaiskapasiteetti vuonna 2025 olisi kotimaassa 1 530 ktoe ja ulkomailla 3 940 ktoe. Useiden kotimaisten yritysten suunnitteilla olevien uusien tuotantolinjojen ja –laitosten investointipäätökset tehdään julkisten tiedotteiden mukaan vuoden 2018 aikana. Kotimaisten biopolttoaineiden tuottajien lopputuotteet koostuisivat vuonna 2025 uusiutuvasta dieselistä, bensiinistä ja etanolista. Käytettäviä raaka-aineita olisivat erilaiset biojätteet, biomassapohjaiset öljyt, puupohjaiset biomassat ja prosessitähteet.

Suomen kansallisilla biopolttoaineiden jakeluvetoilla ja käyttöpuolen edistystoimilla ei luultavasti ole suurta vaikutusta kotimaisten, erityisesti puupohjaisten, biopolttoaineiden investointeihin. Tämä johtuu siitä, että investointien kannalta kriittisimmät tekijät ovat tuotteen hinta, markkinoiden vakaus ja riittävä kysyntä. Tuotteen markkina määräytyy vähintäänkin Pohjois-Euroopan tasolla. Näillä markkinoilla kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat määräytyvät pitkälti muiden maiden, kuten Saksan ja Ruotsin, biopolttoainepolitiikan perusteella.

Globaalisti kehittyneiden biopolttoaineiden tuotanto on vielä hyvin pientä. Tällä hetkellä kehittyneiden biopolttoaineiden tuotannon kokonaiskapasiteetti on noin 400 ktoe ja rakenteilla oleva kapasiteetti noin 300 ktoe, poislukien HVO-polttoaineet. Tästä tuotantokapasiteetista selkeästi suurin osa, yli 60 %, perustuu biokemialliseen etanolin tuotantoon. Jos kaikki projektit toteutuvat suunnitelmien mukaisesti, vuoteen 2025 mennessä kehittyneiden biopolttoaineiden yhteenlaskettu tuotantokapasiteetti olisi noin 4 800 ktoe. Selkeästi suurin osa suunnitteilla olevista biopolttoaineprojekteista on HVO-polttoaineiden tuotantoon perustuvia. Vuoden 2025 kapasiteettiennusteen täytyminen on kuitenkin kyseenalainen ottaen huomioon olemassa olevien tuotantolaitosten alhaisen käyttöasteen ja sen, että kaikkia julkistettuja projekteja ei todennäköisesti toteuteta. RED II -lainsäädännössä tavoitellut polttoainemäärät vaativat siis merkittävää hankekehityksen ja investointien kiihdyttämistä.

Biopolttoaineiden nykytilan ja kehityksen ohella työssä määritettiin myös taakanjakosektorin päästövähennysten edellyttämät biopolttoainemäärät liikenteessä, työkoneissa ja lämmityk-

sessä. Kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukaan liikenteen hiilidioksidipäästöjä vähennetään 50 % vuoteen 2030 mennessä. Päästövähennyskeinoihin kuuluvat energiatehokkuuden parantaminen, sähköautojen määrän lisääminen sekä biopolttoaineiden käyttö.

Laskenta osoitti, että tavoiteltu päästövähennystaso, energiatehokkuuden kehittyminen ja sähköautojen lukumäärä vaikuttavat voimakkaasti nestemäisten biopolttoaineiden tarpeeseen. Tavoiteltaessa 50 %:n päästövähennystä liikenteessä vuonna 2030 tarvittava nestemäisten biopolttoaineiden määrä olisi 1537... 440 ktoe (ei sähköautoja, ei energiatehokkuuden parantumista vs. 600 000 sähköautoa, energiatehokkuus parantunut). Energia- ja ilmastostrategian sekä KAISU:n mukaisessa biopolttoaineiden toteutuspolussa, jonka mukaan vuonna 2030 olisi saavutettu 250 000 sähköautoa, 50 000 kaasuautoa, -50 % CO₂-vähenemä ja parantunut energiatehokkuus, nestemäisten biopolttoaineiden tarve olisi 799 ktoe vuonna 2030. Nestemäisten biopolttoaineiden osuus varsinaisista polttoaineista olisi 29 %. Sähköautojen hitaan käyttöönoton takia sähköautot eivät vaikuta yhtä voimakkaasti biopolttoaineiden määrään vuosina 2020 ja 2025 kuin vuonna 2030, minkä takia myös välivuosina tarvittaisiin varsin paljon biopolttoaineita.

Lämmityksessä ja työkonneissa käytettävälle kevyelle polttoöljylle tavoitellaan bionesteiden 10 % sekoitusvelvoitetta vuonna 2030. Biopolttoainemäärinä tämä tarkoittaisi lämmityksessä 34 ktoe ja työkonneissa 69 ktoe eli yhteensä 103 ktoe vuonna 2030.

Työn toisessa vaiheessa määritettiin vuosien 2021–2030 biopolttoainepolkujen toteutuspolut huomioiden RED II direktiivin vaikutukset. Euroopan parlamentti, Eurooppa unionin neuvosto sekä Euroopan Komissio pääsivät sopuun uusiutuvan energian direktiivin (RED II) kompromissiehdotuksesta 13.–14.6.2018. RED II:n mukaan unionin yhteinen uusiutuvan energian kokonaistavoite vuonna 2030 nousee 32 %:iin nykyisestä vuoden 2020 20 %:sta, mutta direktiivissä ei ole asetettu maakohtaisia tavoitteita jäsenmaille, kuten nykyisessä RED-direktiivissä. Jäsenmaat kuitenkin toimittavat Komissiolle vuoden 2019 loppuun mennessä esityksensä vuoden 2030 tavoitteiden toteutuspoluista.

RED II:n mukaan liikenteen uusiutuvan energian tavoite nousisi nykyisestä vuoden 2020 10 %:sta aina 14 %:in vuonna 2030. Tämä tavoite olisi kansallisesti sitova ja koskisi kaikkia jäsenmaita. Suomelle 14 % liikenteen uusiutuvan energian alatavoite ei tule olemaan muuta kuin lähinnä raportointivelvoite, sillä nykyiset kansalliset tavoitteet ylittävät yli kaksinkertaisesti asetetun EU tavoitetaso vuonna 2030.

Kehittyneille biopolttoaineille (Liite IX osa A) uusi direktiivi asettaisi kiihtyvän kansallisen vähimmäistavoitteen, joka olisi 0,2 % vuonna 2022, 1 % vuonna 2025 ja 3,5 % vuonna 2030. Jäterasva- ja öljypohjaisille biopolttoaineille (Liite IX osa B) direktiivi asettaa maakohtaisen 1,7 % enimmäismäärän, johon jäsenmaille on oikeus hakea muutosta Komissiolta perustuen raaka-aineiden saatavuuteen kansallisesti. Ruokapohjaisten biopolttoaineiden enimmäismäärä ei saa ylittää vuonna 2030 vuoden 2020 toteutunutta ruokapohjaisten biopolttoaineiden osuutta kuin yhden prosenttiyksikön. Tämä osuus saa olla enintään 7 % ja vähintään 2 % vuonna 2030. Lisäksi Komissiolle on annettu helmikuun 2019 alkuun asti aikaa valmistella uudet määritelmät sekä kestävyyskriteerit korkean epäsuoran maankäytönmuutoksen ("high-ILUC") mukaisille biopolttoaineille, jotta niiden käyttö voitaisiin jäädytää vuonna 2019 toteutuneelle tasolle.

Uuden direktiivin ja kansallisten tavoitteiden avulla kehittyneiden biopolttoaineiden markkinat tulevat todennäköisesti kasvamaan yli 10 Mtoe tasolle vuoteen 2030. Liikenteen alatavoitteen laskentasääntöjen joustot antavat jäsenmaille pitkälti vapaat kädet asettaa velvoit-

teita nykyisille biopolttoaineille. Jäterasvoista ja -öljyistä valmistettujen biopolttoaineiden enimmäisosuus 1,7 % tarkoittaisi 4,6 Mtoe kysyntää vuodelle 2030.

Energia- ja ilmastostrategian sekä KAISU:n mukaisessa biopolttoaineiden tavoitepolussa, (vuonna 2030 250 000 sähköautoa, 50 000 kaasuautoa, -50 % CO₂-vähenemä ja parantunut energiatehokkuus) nestemäisten biopolttoaineiden tarve olisi noin 800 ktoe vuonna 2030. Tavoitepolun jakeluvaihtoehtodossa 1 eli RED II mukaisella kehittyneiden biopolttoaineiden vähimmäistavoitteella (3,5 %) kehittyneiden biopolttoaineiden kokonaistarve olisi vain noin 55 ktoe vuonna 2030, koska biokaasulla täytettäisiin lähes puolet 3,5 % tavoitteesta. Muun HVO:n eli ei ruoka- ja jätöpohjaisen HVO:n tarve nousisi samalla noin 640 ktoe vuonna 2030, koska näille polttoaineille ei ole asetettu rajoitteita. Tällöin Suomen vuoden 2030 biopolttoainepoliikka perustuisi lähes pelkästään tuontiraaka-aineisiin, sillä vaikka kotimaista HVO tuotantoa onkin käytössä ja suunnitteilla yli kotimaisen tarpeen, raaka-aineista valtaosa olisivat tuonnin varassa. Tavoitepolun jakeluvaihtoehtodossa 2, jossa kehittyneiden biopolttoaineiden ja biokaasun osuus liikenteen energiakäytöstä olisi 10 %, kehittyneiden biopolttoaineiden kulutus nousisi noin 240 ktoe tasolle vuonna 2030. Samalla muun HVO:n tarve laskisi vastaavasti noin 460 ktoe:n. Sama dynamiikka jatkuu myös kolmannessa jakeluvaihtoehtodossa, jossa kehittyneiden biopolttoaineiden osuus olisi 15 % liikenteen energiakäytöstä vuonna 2030. Tässä vaihtoehtodossa kehittyneiden biopolttoaineiden tarve nousisi jopa 380 ktoe:iin vuonna 2030 ja muun HVO:n osuus laskisi vastaavasti noin 310 ktoe:n tasolle.

Työn kolmannessa vaiheessa arvioitiin 30 % jakeluvaihtoehtoon biopolttoaineiden toteutuspolkujen valtiontaloudelliset vaikutukset, kustannusvaikutukset loppukäyttäjille sekä toteutuspolkujen vaatimat lisätoimet ja niiden aikataulut. Kustannusvaikutusten arvioimiseksi laskennassa tarkastelluille fossiilisille ja biopolttoaineille määritettiin hinta-arviot ja arvioitiin biopolttoaineiden hintakehitystä.

Nykyisin perinteisten, eli ns. ensimmäisen sukupolven, biopolttoaineiden hinnat pohjautuvat pitkälti raaka-aineiden hinnan muutoksiin. Etanolin hintaa ohjaavat sokerin, maissin ja vehnän maailmanmarkkinahintojen kehitys, kun taas perinteisen biodieselin hintaa ohjaavat lähinnä palmu-, soija- ja rypsiöljyn hinta ja hinnan muutokset. Vuoden 2013 jälkeen biopolttoaineiden hintojen riippuvuus öljytuotteiden hinnoista on lähes hävinnyt, vaikka vielä vuoteen 2012 asti niiden hinnan oli todettu seuraavan pitkälti öljyn hintaa.

Tässä työssä fossiilisten polttoaineiden (diesel ja bensiini) osalta tulevaisuuden hinta-arviot kiinnitettiin IEA:n viimeisimmän World Energy Outlook 2017 -julkaisun öljynhintaennusteeseen, jossa raakaöljyn hinnaksi on määritetty 93 dollaria barreilta vuonna 2030. Perinteisten biopolttoaineiden vuoteen 2030 ulottuvien tulevaisuuden hinta-arvioiden pohjana käytettiin sen sijaan OECD-FAO hintaennusteita, sillä ennusteiden pohjalla on laaja maataloustuotteiden tuotanto- ja hintamallinnus. Lisäksi niiden taustaoletukset ovat yhteneväiset IEA:n öljynhintaennusteiden kanssa.

Tarjonnan niukkuuden voidaan lähes varmuudella olettaa olevan suurin ajuri kehittyneille biopolttoaineille ja niiden hinnoille, kun aiemmin esitetyt sitovat kehittyneiden biopolttoaineiden alataavoitteet tulevat voimaan koko Euroopassa. Kehittyneiden biopolttoaineiden hinnat nousisivat tarjonnan niukkuudesta johtuen dieselpolttoaineille noin 1 800 EUR/t (noin 1 720 EUR/toe) tasolle ja kehittyneen etanolin kohdalla tasolle 1 100 EUR/t (noin 1 780 EUR/toe). Kehittyneiden biopolttoaineiden hintataso olisi siis selvästi korkeampi kuin perinteisten biopolttoaineiden (FAME 630 EUR/t) tai uusiutuvan dieselin (HVO 1070 EUR/t) hinnat. Tarjontarajoitteinen markkinahinta asettuu lähelle asetettuja sakko- tai veroetuja. Täten voidaan

olettaa, että pahimmassa tapauksessa jäsenvaltiot kilpailevat ohjauskeinojen avulla samoista niukoista kehittyneiden biopolttoaineiden tuotantomäärästä.

Toteutuspolkujen kustannusvaikutuksista tarkasteltiin biopolttoaineiden jakeluelvoitteen suoria ja epäsuoria kustannuksia eri toimialoille, kotitaloustyypeille ja valtiontalouteen. Laskelmissa havainnollistettiin erityisesti suurimpia mahdollisia kustannusvaikutuksia eri toimijoille. Energia- ja ilmastostrategian mukaisella tavoitepolulla (energiatehokkuuden parantuminen ja 250 000 sähköautoa) jakeluelvoitteen suoran vaikutuksen polttoainesekoitteen keskimääräiseen hintaan arvioitiin olevan -3 %:n ja +14 %:n välillä vuonna 2030. Keskiarvoisilla hintaennusteilla vaikutus on suurimmillaan +9 %. Suorissa hintaennusteissa on huomattavaa vaihtelua riippuen siitä, miten paljon erilaisia biopolttoaineita kunakin vuonna sekoitettaisiin kokonaisuuteen ja miten paljon sähköautoja on saatu käyttöön. Mikäli sähköautoja on käytössä vain 120 000 (eikä tavoiteltu 250 000), jakeluelvoitteen aiheuttamat lisäkustannukset nousevat merkittävästi.

Suurimmat vaikutukset jakeluelvoitteesta syntyvät maaliikennepalvelusektorille, jossa kustannusvaikutus tavoitepolulla on -0,6 %:n säästön ja +2,5 %:n lisäkustannuksen välillä vuonna 2030 riippuen hintaennusteista ja polttoainesekoitteen tarkasta koostumuksesta. Keskiarvoisesti kuitenkin maaliikennepalvelusektorin kustannusten nousu jäisi alle 1 %:n. Päävientisektoreille ei kohdistuisi kovin merkittäviä lisäkustannuksia jakeluelvoitteesta.

Kotitaloustyypeistä harvaan asutulla maaseudulla asuville ja tulokymmenyksien 5-9 kotitalouksille aiheutuisi jakeluelvoitteesta suurimmat lisäkustannukset, jotka ovat tavoitepolulla suurimmillaan 0,6 %.

Valtiontaloudelliset vaikutukset jäävät kaikissa arvioituissa poluissa alle 0,3 %:iin verokeretymästä, koska valmisteverokertymien laskiessa, arvonlisäkertymät polttoaineista nousevat samanaikaisesti.

Osana työn kolmatta vaihetta työssä arvioitiin toteutuspolkujen vaatimia lisätoimia, ohjauskeinoja ja aikatauluja. Suomen biopolttoaineiden jakeluelvoitteen tavoitteena on toimeenpanna kansallisen ilmasto- ja energiastrategian tavoitteita uusiutuvan energian käytön ja liikenteen päästöjen vähentämisen osalta. Tässä selvityksessä uuden jakeluelvoitteen tavoitteeksi määriteltiin 50 %:n päästövähennys liikenteessä vuonna 2030 verrattuna vuoteen 2005 siten, että bioelvoitteen lisäksi muut päästöjä vähentävät toimet (energiatehokkuus ja sähköautot) toteutuisivat.

Tämän työn suosituksena on asettaa uusi jakeluelvoite energiapohjaisena vuosittain määriteltynä biopolttoaineiden jakeluelvoitteena. Kun jakeluelvoitteen päätavoitteena on uusiutuvan energian direktiivin sijaan liikenteen päästöjen vähentäminen, voidaan tuplaskennasta myös luopua. Direktiivissä asetetun kehittyneiden biopolttoaineiden vähimmäistavoitteen täyttämiseksi voidaan jakeluelvoitteeseen tehdä erillinen alavelvoite kehittyneille biopolttoaineille, jolla varmistetaan riittävä markkinaohjaus. Ruokapohjaisten ja liitteen IX osa B:n mukaisten biopolttoaineille asetetut enimmäismäärät voidaan myös vastaavasti määrittellä osaksi jakeluelvoitteen määritelmiä, niin että jakelijoille jää riittävä vapaus toteuttaa biopolttoaineiden osuuden lisääminen.

Tämän työn tulosten perusteella suurimmat epävarmuudet biopolttoaineiden tarpeesta vuonna 2030 liittyvät energiaterhokkuuden paranemiseen ja sen ajoittumiseen. Energiaterhokkuudella voidaan nähdä olevan erittäin tärkeä rooli biopolttoaineiden aiheuttamien lisäkustannusten hallinnassa, sillä voimassa oleva taakanjakosektorin päästövähennemän kehitysura tulee olla vuosittain lineaarinen. Jos energiaterhokkuuden, ja todennäköisesti myös

sähköautojen, vaikutus liikenteen energiankulutukseen on hyvin loppupainotteinen jaksolla 2020–2030, tulisi biopolttoaineilla vähentää päästöjä jakson puolivälissä suhteessa enemmän kuin jakson lopussa. Tällöin jakeluelvoitteelle tulisi asettaa esimerkiksi 2-4 vuoden välein tapahtuva arviointipiste, jolla säädettäisiin tulevien vuosien velvoitetta ylös- tai alaspäin toteutuneen kehityksen mukaan.

Jakeluelvoitteen ja kehittyneiden biopolttoaineiden alavelvoitteen sakkojen porrastamisella voidaan vaikuttaa siihen, miten velvoitteen piirissä olevat yhtiöt täyttävät velvoitteensa. Mikäli halutaan edistää kehittyneiden biopolttoaineiden käyttöä, voidaan tämä tehdä asettamalla käyttövelvoitteen rikkomiselle lisäsakko. Korkealla päävelvoitteen sakolla ja kehittyneille biopolttoaineille asetetulla kohtuullisella lisäsakolla taattaisiin se, että varsinainen jakeluelvoite ja CO₂-vähennemä täytyisi myös tilanteessa, jossa kehittyneiden biopolttoaineiden hinta on korkea. Arvioiden perusteella HVO-polttoaineiden lisähinta olisi maksimissaan noin 20 EUR/GJ (tai 880 EUR/t) vuosien 2012–2030 välillä, joten nykyinen 40 EUR/GJ sakkomaksu näyttäisi riittävän toteuttamaan tavoitellun 30 % biopolttoaineosuuden. Nykyinen sakko on diesel-ekvivalenttina 1,355 EUR/litra tai noin 560 EUR/tCO₂. Kehittyneiden biopolttoaineiden lisäkustannus nousisi jakson lopulla noin 25 EUR/GJ (1 050 EUR/toe) tilanteessa, jossa myös öljytuotteiden hintojen oletetaan nousevan nykytasosta. Jakeluelvoitteen ja kehittyneiden biopolttoaineiden alavelvoitteen sakkojen porrastamisella voidaan vaikuttaa siihen, miten velvoitteen piirissä olevat yhtiöt täyttävät velvoitteensa. Korkealla päävelvoitteen sakolla ja kehittyneille biopolttoaineille asetetulla kohtuullisella lisäsakolla taattaisiin se, että varsinainen jakeluelvoite ja CO₂-vähennemä täytyisi myös tilanteessa, jossa kehittyneiden biopolttoaineiden hinta on korkea.

Tämä selvityksen toimeksiannossa ei ollut mukana polttoaineverojen muutosten selvittämistä osana vaikutusarvioita, mutta työn aikana keskusteltiin polttoaineverotuksesta yhtenä mahdollisista ohjauskeinoista. Hiilidioksidiveron muutos eräkohtaiseksi muuttaisi hieman kehittyneiden biopolttoaineiden veroetua suhteessa muihin biopolttoaineisiin, sillä tiukentuvien KHK-päästövaatimusten perusteella suurin osa biopolttoaineista tulisi olemaan 50–85 % KHK-vähennemän välillä. Silloin edellä esitetty kehittyneiden biopolttoaineiden alavelvoite sakkomaksuineen tulisi olemaan pääasiallinen ohjauskeino.

Kehittyneiden biopolttoaineteknologioiden markkinoille saattamiseen tullaan vaatimaan kasvavia investointiavustuksia niin EU kuin kansallisella tasolla. Tulevilla EU-tasoisilla rahoitusinstrumenteilla tulee olemaan kriittinen rooli suurten kaupallisten laitosten riskirahoituksessa. Esimerkkinä näistä rahoitusinstrumenteista on tuleva Innovaatorahasto, jonka kautta tuetaan muun muassa uusiutuvan energian demonstraatioita.

13. LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA

- 2030-sekretariatet. (ei pvm). *Om detta bör vi kunna enas – 2030-sekretariatets manifest för klimatarbetet inom transportsektorn mandatperioden 2018-2022*. Haettu 15. 6. 2018 osoitteesta Nationella sekretariatet för uppföljning av arbetet med fossiloberoende fordonsflotta 2030.: <https://2030-sekretariatet.se/valmanifest/>
- ACEA. (2013). *Worldwide Fuel Charter 2013*. Haettu 13. 6. 2018 osoitteesta European Automobile Manufacturers Association - Worldwide Fuel Charter 2013: <http://www.acea.be/publications/article/worldwide-fuel-charter>
- Aluehallintovirasto. (2018). *Lupa-Tietopalvelu*. Haettu 28. 5. 2018 osoitteesta <https://www.avi.fi/web/avi/ymparisto-lupa-tietopalvelu>
- Biomass Magazine. (2016). *St1 plans 50 MMly Cellunolix ethanol plant at UPM site in Finland*. Haettu 1. 6. 2018 osoitteesta Biomass Magazine: <http://biomassmagazine.com/articles/13921/st1-plans-50-mmly-cellunolix-ethanol-plant-at-upm-site-in-finland>
- Brons, M.;Nijkamp, P.;Pels, E.;& Rietveld, P. (2013). A meta-analysis of the price elasticity of gasoline demand: A SUR approach. *Energy Economics* 30, ss. 2105-2122.
- Burke, J.;& Nishitatenno, S. (2013). Gasoline prices, gasoline consumption, and new-vehicle fuel economy: Evidence for large sample of countries. *Energy Economics* 36, ss. 363-370.
- CEN. (2018). *Bio-fuels*. Haettu 13. 6. 2018 osoitteesta <https://www.cen.eu/work/areas/energy/Renewables/biofuels/Pages/default.aspx>
- Coglianesi, J.;Davis, L.;Kilian, L.;& Stock, J. (2016). Anticipation, Tax Avoidance, and the Price Elasticity of Gasoline Demand. *Journal of Applied Econometrics* 32(1), ss. 1-15.
- Danish Energy Agency. (2017). *Denmark's Energy and Climate Outlook 2017*. Kööpenhamina: Danish Energy Agency.
- Energimyndigheten. (22. 03 2017). *Reduktionsplikt*. Haettu 28. 5. 2018 osoitteesta <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/reduktionsplikt/>
- Etelä-Saimaa. (2018). *Kotkan Mussalo kiilasi Kaukaan ohi biojalostamokisassa: "Suuret suunnitelmat ovat nyt Kotkassa"*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta Etelä-Saimaa: <https://esaimaa.fi/uutiset/lahella/f4cbe0d1-f3e2-4b35-b805-838b8994326d>
- Ethanol Producer Magazine. (2016). *St1 sings letter of intent for cellulosic ethanol plant*. Haettu 1. 6. 2018 osoitteesta Ethanol Producer Magazine: <http://www.ethanolproducer.com/articles/13642/st1-signs-letter-of-intent-for-cellulosic-ethanol-plant>
- Euroinvestor. (2017). *St1 plans to extend its advanced biofuels production into renewable diesel*. Haettu 1. 6. 2018 osoitteesta Euroinvestor: <http://www.euroinvestor.com/news/2017/07/17/st1-plans-to-extend-its-advanced-biofuels-production-into-renewable-diesel/13639639>
- European Komissio. (2017). *Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2009/33/EU on the promotion of clean and energy-efficient road transport vehicles*. Haettu 13. 6. 2018 osoitteesta EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52017PC0653>
- European Commission. (2016). *EU ENERGY, TRANSPORT AND GHG EMISSIONS - TRENDS TO 2050*. Luxemburg: Publication Office of the European Union.
- F.O. Licht. (2016). *Finland - Another trial with HVO production from UCO*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta F.O. Licht: <https://www.agra-net.com/agra/world-ethanol-and-biofuels-report/biofuel-news/biodiesel/finland---another-trial-with-hvo-production-from-uco--1.htm>

- F.O. Licht. (4. 6. 2018a). Global Data.
- F.O.Licht. (2018b). *Licht Interactive Data*. London. Julkaisulupa: F.O. Licht Interactive data, Copyright Informa Plc. 2018: Infroma Ltd.
- Gasum Oy. (2017). *Gasumin biokaasulaitokset*. Haettu 28. 5. 2018 osoitteesta Gasum - biokaasulaitokset: <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasulaitokset/>
- Gasum Oy. (2018). *Kaasutankkausasemien sijainnit*. Haettu 13. 6. 2018 osoitteesta Gasum - Kaasutankkausasemat: <https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkausasemat/>
- Harju, J.;Hokkanen , T.;Laukkanen, M.;Ollikka, K.;& Tamminen, S. (2016). *Vuoden 2011 energiaverouudistuksen arviointia*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 61/2016.
- Huttunen, M. J.;& Kuittinen, V. (2017). *Suomen biokaasulaitosrekisteri n:o 20*. Joensuu: Itäsuomen yliopisto.
- IEA. (3. 5 2018). Online Data Services.
- International Energy Agency. (2017). *Technology Roadmap - Delivering sustainable Bioenergy*. http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Technology_Roadmap_Delivering_Sustainable_Bioenergy.pdf: OECD/IEA.
- International Energy Agency. (2017). *World Energy Outlook 2017*. Pariisi: IEA Publications.
- International Energy Agency. (3. 5. 2018). Online Data Services.
- Kaidi. (2018a). *Kemin biojalostamo*. Haettu 1. 6. 2018 osoitteesta Kaidi: <http://www.kaidi.fi/>
- Kaidi. (2018b). *Kaidin Kemin suunnitellulle biopolttoainejalostamolle ympäristölupa*. Haettu 1. 6. 2018 osoitteesta Kaidi - uutiset: <http://www.kaidi.fi/uutiset-tiedotteet/2018/4/27/kaidin-kemiin-suunnitellulle-biopolttoainejalostamolle-ymparistolupa>
- Landälv, I. (2017). *Biofuels potential, production costs and GHG reduction*. http://www.etipbioenergy.eu/images/SPM8_Presentations/t_3_180412-Presentation%20at%20SPM%238%20in%20Brussels%20FINAL%20Handout%201.pdf: European Commission.
- Mikkonen, S.;& ym. (2018). *Views on Fuel and Vehicle Regulation in EU 2020...2030 - remarkable risks for renewable fuels' future*. Julkaisematon esitysmateriaali: Neste Oyj.
- Miller, R.;& Blair , P. (2009). *Input-Output Analysis, Foundations and Extensions*. Cambridge University Press, Second Edition.
- Motiva Oy. (2018). *Energiatohokkuussopimukset*. Haettu 5. 6. 2018 osoitteesta <http://www.energiatohokkuussopimukset2017-2025.fi/energiatohokkuussopimukset/#>
- Neste Oyj. (2017). *Nesteen uusiutuvien tuotteiden kasvuohjelma etenee*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta Neste Oyj - tiedotteet ja uutiset: <https://www.neste.com/fi/nesteen-uusiutuvien-tuotteiden-kasvuohjelma-etenee>
- Neste Oyj. (2018). *Nesteen vuosikertomus 2017*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta Neste - materiaaliarkisto: <https://www.neste.com/fi/konserni/sijoittajat/materiaaliarkisto>
- Norwegian Ministry of Transport and Communications. (2017). *National Transport Plan 2018-2029*. Norwegian Ministry of Transport and Communications.
- Nylund, N. O.;Laurikko, J.;Honkatukia, J.;Sipilä, K.;Hannula, I.;Kurkela, E.;;ym. (2017). *Tieliikenteen 40 %:n hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030: Vuoden 2016 päivitys*. Haettu 4. 6. 2018 osoitteesta TransSmart: <http://www.transsmart.fi/transsmart>
- OECD-FAO. (2017). *Agricultural Outlook 2017-2026*. Paris: OECD publishing.

- Pöyry. (2018). *UPM Kotkan biojalostamo YVA-ohjelma*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta Ympäristöhallinto: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVAhankkeet/UPM_Kotkan_biojalostamo_Kotka
- SFS 5968. (ei pvm). *Kevyt polttoöljy. Vaatimukset ja testimenetelmät*.
- St1. (2018a). *Advanced fuels from waste*. Haettu 1. 6. 2018 osoitteesta St1: <https://www.st1.eu/about-st1/company-information/areas-operations/advanced-fuels-waste>
- St1. (2018b). *St1's pilot to produce advanced ethanol from cassava waste starts in Thailand*. Haettu 1. 6. 2018 osoitteesta St1 Company & Press Releases: <https://www.st1.eu/st1s-pilot-to-produce-advanced-ethanol-from-cassava-waste-starts-in-thailand>
- St1. (2018c). *St1 ja SCA yhteistyöhön uusiutuvien polttonesteiden tuotannossa*. Haettu 29. 8. 2018 osoitteesta <https://www.st1.fi/st1-ja-sca-yhteistyohon-uusiutuvien-polttonesteiden-tuotannossa>
- Suomen biokaasuyhdistys ry. (2018). *Suomen biokaasulaitokset*. Haettu 30. 5. 2018 osoitteesta Suomen biokaasuyhdistys ry: <http://www.biokaasuyhdistys.net/>
- Suomen Lämmitystieto Oy. (2010). *Biolämmitysöljyn toiminnan varmistaminen seospolttoaineena*.
- Svebio. (20. 2 2018). *2017 ännu ett rekordår för biodrivmedel*. Haettu 18. 6 2018 osoitteesta <http://www.mynewsdesk.com/se/svebio/pressreleases/2017-aennu-ett-rekordaar-foer-biodrivmedel-2423505>
- Sveriges Riksdag. (30. 11 2017). *Lag (2017:1201)*. Haettu 28. 5 2018 osoitteesta Dokument & Lagar: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-20171201-om-reduktion-av-vaxthusgasutslapp_sfs-2017-1201
- Sveriges Riksdag. (5. 4 2018). *Förordning (2018:195)*. Haettu 28. 5 2018 osoitteesta Dokument & Lagar: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2018195-om-reduktion-av_sfs-2018-195
- Tekniikka & Talous. (2008). *Biopolttoöljyjen kokeilut alkoivat testitaloissa*. Haettu 5. 6. 2018 osoitteesta Tekniikka & Talous - Lämmitys: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/energia/2008-02-26/Biopoltto%C3%B6ljyjen-kokeilut-alkoivat-testitaloissa-3301656.html>
- Trafi. (2018). *Liikennekäytössä olevat ajoneuvot käyttövoimittain*. Haettu 13. 6. 2018 osoitteesta Ajoneuvokannan käyttövoimia: https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot
- Työ- ja elinkeinoministeriö. (13.6.2018). *Biopolttoainetyöryhmä 2030 - Työryhmän raportti*. Helsinki.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. (2017). *Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030*. Haettu 4. 6. 2018 osoitteesta VALTO - valtioneuvoston julkaisuarkisto: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/79189>
- UN Comtrade. (3. 5 2018). UN Comtrade Database.
- United Kingdom Department of Transport. (2018). *Renewable Transport Fuel Obligation Guidance Part One Process Guidance, Year 11*. London: Crown.
- UPM. (2018a). *UPM Bioverno on uusiutuva kotimainen polttoaine*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta UPM: <http://www.upmbiopolttoaineet.fi/tuotteet/Pages/Default.aspx>
- UPM. (2018b). *UPM BioVerno -diesel sopii kaikkiin dieselmootoreihin*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta UPM: <http://www.upmbiopolttoaineet.fi/tuotteet/upm-bioverno-diesel/Pages/Default.aspx>
- UPM. (2018c). *UPM selvittää biopolttoaineiden kehittämissvaihtoehtoja aloittamalla ympäristövaikutusten arvioinnin Kotkassa*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta UPM:

<http://www.upmbiopolttoaineet.fi/ajankohtaista/kaikki-uutiset/Pages/UPM-selvittaa-biopolttoaineiden-kehittamisvaihtoehtoja-aloittamalla-ymparistovai-001-Mon-05-Feb-2018-14-03.aspx>

- Wessberg, N.; & Eerola, A. (2013). *Basic value chain analysis for Etanolix(R) and Bionolix(R) bioethanol production by St1 in Finland*. Haettu 1. 6. 2018 osoitteesta NIFU - Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/276878>
- VTT. (2016). *LIPASTO - liikenteen päästöinventaario*. Haettu 5. 6. 2018 osoitteesta LIPASTO: <http://lipasto.vtt.fi/inventaario.htm>
- Yle. (2018a). *Uusi ratkaisu maailmaa piinavaan muoviroska ongelmaan? Neste haluaa tehdä kodin muovijätteistä polttoaineita autojen tankkeihin*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta Yle uutiset: <https://yle.fi/uutiset/3-10187186>
- Yle. (2018b). *UPM suunnittelee Suomen suurinta biojalostamo - jättimäinen tontti odottelee jo Kotkan satamassa*. Haettu 31. 5. 2018 osoitteesta Yle uutiset: <https://yle.fi/uutiset/3-10059424>
- Ympäristöministeriö. (2017). *Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030 - kohti ilmastoviisasta arkea*. Haettu 5. 6. 2018 osoitteesta Valto - Valtioneuvoston julkaisuarkisto: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80703>
- Öljy- ja biopolttoaineala ry. (2017). *Öljytuotteiden myynti*. Haettu 11. 6. 2018 osoitteesta <http://www.oil.fi/fi/tilastot-3-suomen-oljymarkkinat/34-oljytuotteiden-myynti>
- Öljy- ja biopolttoaineala ry. (2018a). *Kevyen polttoöljyn kulutus käyttäjäryhmittäin*. Haettu 4. 6. 2018 osoitteesta Öljy- ja biopolttoaineala ry tilastot: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-3-suomen-oljymarkkinat/37-kevyen-polttoöljyn-kulutus-kayttajaryhmittain>
- Öljy- ja biopolttoaineala ry. (2018b). *Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta*. Haettu 5. 6. 2018 osoitteesta <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta>
- Öljy- ja biopolttoaineala ry. (2018c). *Lämmitysöljy*. Haettu 13. 6. 2018 osoitteesta <http://www.oil.fi/fi/lammitys/lammitysoljy>
- Öljy- ja biopolttoaineala ry. (2018d). *Öljytuotteiden maailmanmarkkinahintojen kehitys*. Haettu 30. 8. 2018 osoitteesta <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/14-oljytuotteiden-maailmanmarkkinahintojen-kehitys>
- Öljyalan Palvelukeskus Oy. (2018). *Lämmöllä 1/2018. Lämmöllä-lehti*.

LIITE A: TAUSTATIETOJA TALOUDELLISIIN ANALYYSEIHIN

Taulukko 17 Polttoainekustannusten osuus kokonaiskustannuksista toimialoittain 2010-2014, vuosien keskiarvo, minimi ja maksimi

	Minimi	Maksimi	Keskiarvo
Toimialat yhteensä	1.6 %	2.2 %	1.8 %
51 Ilmaliikenne	21.1 %	28.3 %	24.8 %
19 Öljynjalostus	15.3 %	20.4 %	17.7 %
50 Vesiliikenne	11.7 %	16.2 %	13.6 %
49 Maaliikenne	7.8 %	11.8 %	9.6 %
20 Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	1.6 %	10.7 %	5.3 %
77 Vuokraus- ja leasingtoiminta	3.6 %	6.0 %	4.9 %
01 Maatalous ja metsästys	3.6 %	4.9 %	4.3 %
05_09 Kaivostoiminta ja louhinta	2.3 %	5.4 %	3.6 %
35 Energiahuolto	1.5 %	3.7 %	2.9 %
02 Metsätalous	2.0 %	3.2 %	2.8 %
03 Kalatalous	2.1 %	3.1 %	2.7 %
68A Asuntojen ja asuinkiinteistöjen hal	1.6 %	3.0 %	2.4 %
23 Rakennusaineteollisuus	2.1 %	2.4 %	2.2 %
68 Kiinteistöalan toiminta	1.5 %	2.5 %	2.1 %
79 Matkatoimistot ym.	1.3 %	2.6 %	2.1 %
52 Varastointi ja liikennettä palveleva	1.8 %	2.6 %	2.1 %
37_39 Jäte- ja jätevesihuolto	1.3 %	1.8 %	1.6 %
24 Metallien jalostus	1.3 %	1.8 %	1.5 %
41_43 Rakentaminen	1.2 %	1.3 %	1.2 %
36 Veden otto, puhdistus ja jakelu	0.9 %	1.4 %	1.1 %
64 Rahoitustoiminta	0.8 %	1.4 %	1.1 %
93 Urheilu-, huvi- ja virkistyspalvelut	0.8 %	1.3 %	1.1 %
96 Muut henkilökohtaiset palvelut	0.6 %	1.4 %	1.1 %
80_82 Muut tukipalvelut	0.7 %	1.1 %	0.9 %
45 Autojen ym. kauppa, korjaus ja huolto	0.6 %	1.0 %	0.8 %
84 Julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus	0.5 %	0.9 %	0.7 %
90_92 Kulttuuritoiminta ja rahapelit	0.4 %	0.7 %	0.5 %
94 Järjestöjen toiminta	0.4 %	0.6 %	0.5 %
53 Posti- ja kuriiritoiminta	0.4 %	0.6 %	0.5 %
95 Kotitaloustavaroiden korjaus	0.3 %	0.6 %	0.5 %
46 Tukku kauppa (pl. autot ym.)	0.2 %	0.8 %	0.5 %
66 Rahoitusta ja vakuutusta palveleva to	0.4 %	0.5 %	0.5 %
22 Kumi- ja muovituotteiden valmistus	0.2 %	0.6 %	0.4 %
31_32 Muu valmistus ml. huonekalut	0.2 %	0.7 %	0.4 %
87_88 Sosiaalipalvelut	0.3 %	0.4 %	0.3 %
30 Muiden kulkuneuvojen valmistus	0.1 %	0.5 %	0.3 %

85 Koulutus	0.2 %	0.3 %	0.3 %
17 Paperiteollisuus	0.2 %	0.3 %	0.3 %
47 Vähittäiskauppa (pl. autot ym.)	0.2 %	0.3 %	0.3 %
61 Televiestintä	0.2 %	0.3 %	0.2 %
18 Painaminen	0.2 %	0.3 %	0.2 %
86 Terveyspalvelut	0.2 %	0.3 %	0.2 %
29 Moottorijoneuvojen ym. valmistus	0.1 %	0.3 %	0.2 %
10_12 Elintarviketeollisuus ym.	0.1 %	0.3 %	0.2 %
65 Vakuutustoiminta ym.	0.1 %	0.2 %	0.2 %
72 Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen	0.1 %	0.2 %	0.1 %
16 Puuteollisuus	0.1 %	0.2 %	0.1 %
27 Sähkölaitteiden valmistus	0.1 %	0.3 %	0.1 %
33 Koneiden ja laitteiden korjaus, huolto	0.1 %	0.2 %	0.1 %
25 Metallituotteiden valmistus	0.1 %	0.2 %	0.1 %
74_75 Muut liike-elämän palvelut ja el	0.0 %	0.2 %	0.1 %
55_56 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0.1 %	0.1 %	0.1 %
69_70 Liikkeenjohdon palvelut	0.1 %	0.1 %	0.1 %
21 Lääketeollisuus	0.0 %	0.1 %	0.1 %
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	0.0 %	0.1 %	0.1 %
58 Kustannustoiminta	0.0 %	0.1 %	0.1 %
73 Mainostoiminta ja markkinatutkimus	0.0 %	0.1 %	0.0 %
71 Tekniset palvelut	0.0 %	0.1 %	0.0 %
78 Työllistämistoiminta	0.0 %	0.1 %	0.0 %
59_60 Audiovisuaalinen toiminta	0.0 %	0.0 %	0.0 %
26 Elektroniikkateollisuus	0.0 %	0.0 %	0.0 %
13_15 Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateol	0.0 %	0.0 %	0.0 %
62_63 Tietojenkäsittelypalvelu	0.0 %	0.0 %	0.0 %

Lähde: Tilastokeskus, panos-tuotos aineistot. Harmaalla merkittyihin toimialoihin jakeluväliteen muutos ei vaikuta suuremmin, koska jakeluvälite ei koske heidän käyttämiään polttoaineita pääsääntöisesti (jakeluvälite ei koske lentoliikenteen, vesiliikenteen ja teollisuuden prosessien polttoainekäyttöä).

Taulukko 18 Maaliikennepalveluiden osuus kokonaiskustannuksista toimialoittain 2010-2014, vuosien keskiarvo, minimi ja maksimi

	Min	Max	Keskiarvo
Toimialat yhteensä	2.1 %	2.3 %	2.2 %
53 Posti- ja kuriiritoiminta	14.3 %	21.8 %	19.1 %
96 Muut henkilökohtaiset palvelut	9.3 %	10.9 %	10.0 %
17 Paperiteollisuus	9.1 %	11.5 %	9.9 %
49 Maaliikenne	6.5 %	7.4 %	6.9 %
05_09 Kaivostoiminta ja louhinta	4.9 %	8.6 %	6.8 %
52 Varastointi ja liikennettä palveleva	5.5 %	6.1 %	5.8 %
46 Tukkukauppa (pl. autot ym.)	3.9 %	5.4 %	4.3 %
16 Puuteollisuus	3.7 %	4.7 %	4.2 %
23 Rakennusaineteollisuus	3.7 %	4.5 %	4.1 %

10_12 Elintarviketeollisuus ym.	3.0 %	3.9 %	3.5 %
20 Kemikaalien ja kemiallisten tuotteide	3.0 %	4.8 %	3.4 %
58 Kustannustoiminta	2.1 %	4.8 %	3.3 %
84 Julkinen hallinto ja sosiaalivakuutus	2.8 %	3.5 %	3.2 %
95 Kotitaloustavaroiden korjaus	1.9 %	4.4 %	2.9 %
74_75 Muut liike-elämän palvelut ja el	2.1 %	3.2 %	2.6 %
93 Urheilu-, huvi- ja virkistyspalvelut	1.9 %	2.2 %	2.1 %
69_70 Liikkeenjohdon palvelut	1.6 %	2.9 %	2.1 %
18 Painaminen	1.7 %	2.4 %	2.1 %
22 Kumi- ja muovituotteiden valmistus	1.7 %	2.3 %	2.0 %
31_32 Muu valmistus ml. huonekalut	1.5 %	2.1 %	1.9 %
77 Vuokraus- ja leasingtoiminta	1.7 %	2.0 %	1.8 %
90_92 Kulttuuritoiminta ja rahapelit	1.7 %	1.8 %	1.8 %
47 Vähittäiskauppa (pl. autot ym.)	1.4 %	2.6 %	1.8 %
94 Järjestöjen toiminta	1.7 %	1.9 %	1.8 %
66 Rahoitusta ja vakuutusta palveleva to	1.6 %	1.8 %	1.7 %
85 Koulutus	1.5 %	2.2 %	1.7 %
87_88 Sosiaalipalvelut	1.6 %	1.7 %	1.7 %
21 Lääketeollisuus	1.5 %	1.9 %	1.6 %
72 Tieteellinen tutkimus ja kehittämine	1.3 %	2.1 %	1.6 %
24 Metallien jalostus	1.3 %	1.9 %	1.5 %
86 Terveyspalvelut	1.4 %	1.7 %	1.5 %
65 Vakuutustoiminta ym.	1.4 %	1.6 %	1.5 %
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmist	1.3 %	1.5 %	1.4 %
29 Mootoriajoneuvojen ym. valmistus	1.0 %	1.5 %	1.3 %
13_15 Tekstiili-, vaatetus- ja nahkateol	0.8 %	1.5 %	1.2 %
80_82 Muut tukipalvelut	1.1 %	1.3 %	1.2 %
45 Autojen ym. kauppa, korjaus ja huolto	1.0 %	1.4 %	1.2 %
41_43 Rakentaminen	1.0 %	1.3 %	1.1 %
36 Veden otto, puhdistus ja jakelu	0.5 %	2.1 %	1.1 %
25 Metallituotteiden valmistus	0.9 %	1.2 %	1.1 %
26 Elektroniikkateollisuus	0.7 %	1.2 %	0.9 %
64 Rahoitustoiminta	0.7 %	0.9 %	0.8 %
27 Sähkölaitteiden valmistus	0.6 %	1.0 %	0.8 %
59_60 Audiovisuaalinen toiminta	0.6 %	0.9 %	0.7 %
19 Öljynjalostus	0.2 %	0.7 %	0.5 %
55_56 Majoitus- ja ravitsemistoiminta	0.4 %	0.6 %	0.5 %
35 Energiahuolto	0.2 %	0.6 %	0.5 %
78 Työllistämistoiminta	0.4 %	0.5 %	0.5 %
71 Tekniset palvelut	0.2 %	0.8 %	0.4 %
62_63 Tietojenkäsittelypalvelu	0.3 %	0.6 %	0.4 %
30 Muiden kulkuneuvojen valmistus	0.4 %	0.5 %	0.4 %
02 Metsätalous	0.4 %	0.4 %	0.4 %
73 Mainostoiminta ja markkinatutkimus	0.2 %	0.5 %	0.3 %
79 Matkatoimistot ym.	0.3 %	0.4 %	0.3 %
61 Televiestintä	0.2 %	0.4 %	0.3 %
50 Vesiliikenne	0.1 %	0.5 %	0.3 %

03 Kalatalous	0.1 %	0.4 %	0.2 %
37_39 Jäte- ja jätevesihuolto	0.2 %	0.3 %	0.2 %
01 Maatalous ja metsästys	0.2 %	0.2 %	0.2 %
33 Koneiden ja laitteiden korjaus, huolt	0.1 %	0.3 %	0.2 %
68 Kiinteistöalan toiminta	0.1 %	0.2 %	0.1 %
51 Ilmaliikenne	0.1 %	0.2 %	0.1 %
68A Asuntojen ja asuinkiinteistöjen hal	0.0 %	0.0 %	0.0 %
97_98 Kotitalouspalvelut	0.0 %	0.0 %	0.0 %

Lähde: Tilastokeskus, panos-tuotos aineistot.

Taulukko 19 Polttoainekustannukset eri maataloustuottajilla keskimäärin

Poltto- ja voiteluaineet/menot yhteensä, %	
1.Lypsykarjatalous	3,0 %
2.Liha- ym naudat	3,9 %
3.Sikatalous	3,3 %
4.Siipikarjatalous	2,6 %
6.Viljanviljely	7,8 %
7.Muu kasvituotanto	5,9 %
8.Muu tuotanto	2,3 %

Lähde:

Taulukko 20 Bensiini ja diesel kulujen osuus kokonaistuloista kotitalouden sijainnin mukaan, 2012

Kotitalouden sijainti	Osuus kotitalouden menoista	Litroja per kulutusyksikkö
K1 = Sisempi kaupunkialue	2.1 %	374
K2 = Ulompi kaupunkialue	3.3 %	618
K3 = Kaupungin kehysalue	3.8 %	751
M4 = Maaseudun paikalliskeskus	3.2 %	539
M5 = Kaupungin läheinen maaseutu	4.4 %	805
M6 = Ydinmaaseutu	3.8 %	667
M7 = Harvaan asuttu maaseutu	4.6 %	766
Kaikki, keskiarvo	3.2 %	580

Lähde: Tilastokeskus, vuoden 2012 kulutustutkimus.

Taulukko 21 Bensiini ja diesel kulujen osuus kokonaistuloista kotitalouden tulodesiilin mukaan, 2012

Kotitalouden tulodesiili	Osuus kotitalouden menoista	Litroja per kulutusyksikkö
1. alin 10%	1.9 %	147
2.	2.0 %	226
3.	2.5 %	291
4.	2.9 %	431
5.	3.5 %	489
6.	3.7 %	634
7.	3.7 %	624
8.	3.7 %	737
9.	3.7 %	851
10. ylin 10%	2.8 %	853

Lähde: Tilastokeskus, vuoden 2012 kulutustutkimus.

Taulukko 22 Tavoitepolku, eri polttoaineiden osuudet kokonaissekoitteesta (ktoe määrissä) eri jakeluelvoitevaihtoehdoissa, % kokonaisuudesta

Vuosi	Alaskenaario 1			Alaskenaario 2			Alaskenaario 3		
	2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
Kokonaissekoite									
Fossiilinen bensiini	30.5	27.9	26.1	30.5	27.9	26.1	30.5	27.9	26.1
Fossiilinen diesel	51.4	42.2	30.9	51.4	42.2	30.9	51.4	42.2	30.9
Ruokapohjainen etanoli	1.6	2.0	2.0	1.1	1.0	1.3	1.4	1.5	1.6
Edistyksellinen etanoli	0.0	0.0	1.0	0.5	1.1	1.8	0.3	0.5	1.4
HVO, Annex IB B	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
HVO, ruokapohjainen	0.3	0.0	0.0	0.9	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4
HVO, muu HVO	14.3	25.9	36.9	11.5	20.8	30.2	11.6	20.8	25.1
Edistyksellinen diesel	0.0	0.3	1.3	2.2	4.3	7.1	2.5	4.8	12.6
Bensiinisekoite									
Fossiilinen bensiini	94.9	93.2	89.5	94.9	93.2	89.5	94.9	93.2	89.5
Ruokapohjainen etanoli	5.1	6.7	6.9	3.4	3.2	4.3	4.2	5.0	5.6
Edistyksellinen etanoli	0.0	0.1	3.5	1.7	3.6	6.1	0.9	1.8	4.8
Dieselsekoite									
Fossiilinen diesel t	75.9	60.2	43.7	75.9	60.2	43.7	75.9	60.2	43.7
HVO, Annex IB B	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
HVO, ruokapohjainen	0.5	0.0	0.0	1.4	1.4	1.2	0.9	0.8	0.5
HVO, muu HVO	21.1	36.9	52.1	17.0	29.7	42.6	17.1	29.6	35.5
Edistyksellinen diesel	0.0	0.4	1.8	3.2	6.1	10.1	3.6	6.9	17.9

Taulukko 23 Peruspolku, eri polttoaineiden osuudet kokonaissekoitteesta (ktoe määrissä) eri jakeluelvoitevaihtoehdoissa, % kokonaisuudesta

Vuosi	Alaskenaario 1			Alaskenaario 2			Alaskenaario 3		
	2020	2025	2030	2020	2025	2030	2020	2025	2030
Kokonaissekoite									
Fossiilinen bensiini	26.5	26.7	24.6	26.5	26.7	24.6	26.5	26.7	24.6

Fossiilinen diesel	59.3	48.6	45.8	59.3	48.6	45.8	59.3	48.6	45.8
Ruokapohjainen etanoli	1.4	2.0	2.0	0.9	0.9	1.2	1.2	1.5	1.6
Edistyksellinen etanoli	0.0	0.0	0.9	0.6	1.1	1.8	0.3	0.5	1.4
HVO, Annex IB B	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.8
HVO, ruokapohjainen	0.6	0.1	0.0	1.2	1.1	0.9	0.8	0.5	0.6
HVO, muu HVO	10.5	20.6	23.7	7.7	15.5	16.9	7.8	15.6	11.6
Edistyksellinen diesel	0.0	0.3	1.1	2.2	4.3	7.1	2.5	4.8	12.6
Bensiinisekoite									
Fossiilinen bensiini	94.9	93.1	89.3	94.9	93.1	89.3	94.9	93.1	89.3
Ruokapohjainen etanoli	5.1	6.8	7.4	3.1	3.2	4.3	4.1	5.1	5.6
Edistyksellinen etanoli	0.0	0.1	3.3	2.0	3.7	6.4	1.0	1.9	5.1
Dieselsekoite									
Fossiilinen diesel t	82.3	68.2	63.3	82.3	68.2	63.3	82.3	68.2	63.3
HVO, Annex IB B	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5
HVO, ruokapohjainen	0.8	0.1	0.0	1.6	1.5	1.2	1.1	0.8	0.8
HVO, muu HVO	14.6	28.9	32.7	10.7	21.8	23.3	10.8	21.9	16.0
Edistyksellinen diesel	0.0	0.4	1.6	3.1	6.0	9.8	3.4	6.8	17.5

Taulukko 24 Vertailupolku, eri polttoaineiden osuudet kokonaissekoitteesta (ktoe määrissä), % kokonaisuudesta

	2020	2025	2030
Kokonaissekoite			
Fossiilinen bensiini	30.4	28.3	27.8
Fossiilinen diesel	56.0	58.0	58.5
Uusiutuva diesel	11.8	11.9	12.0
Ruokapohjainen etanoli	1.8	1.7	1.7
Bensiinisekoite			
Fossiilinen bensiini	94.4	94.2	94.2
Ruokapohjainen etanoli	5.6	5.8	5.8
Dieselsekoite			
Fossiilinen diesel ktoe	82.6	82.9	82.9
Uusiutuva diesel ktoe	17.4	17.1	17.1

LIITE B: LISÄTIETOJA KULUTTAJAKOHTAISISTA VAIKUTUKSISTA

**Taulukko 25 Lämmitysöljyä kuluttavien kotitalouksien määrät ja osuudet
maaseutu-kaupunki -luokituksen mukaisesti**

MAASEUTU-KAUPUNKI -LUOKITUS	N	osuus
K1 = Sisempi kaupunkialue	34	10,6 %
K2 = Ulompi kaupunkialue	67	20,9 %
K3 = Kaupungin kehysalue	46	14,3 %
M4 = Maaseudun paikalliskeskus	37	11,5 %
M5 = Kaupungin läheinen ma	31	9,7 %
M6 = Ydinmaaseutu	88	27,4 %
M7 = Harvaanasuttu maaseutu	18	5,6 %
Total	321	100 %

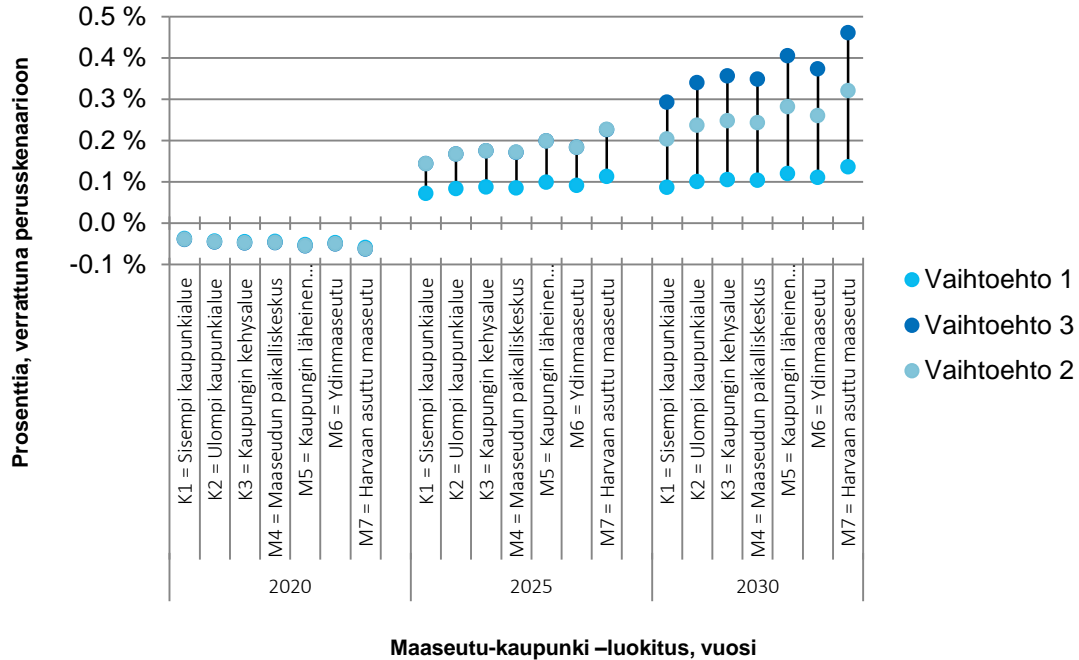
Vaikutukset autoileviin kotitalouksiin

Aivan kuten kaikkien kotitalouksien tapauksessa myös autoilevien kotitalouksien kohdalla polttoainehintojen ja liikennepalveluiden hintojen muutosten vaikutukset eri kotitalouksiin on laskettu tavoite- ja peruspolulle. Lisäksi molemmissa toteutuspoluissa hintojen suora nousu syntyy samalla tavalla kuin edellä – kuluttajien polttoaineiden osalta hintojen nousu syntyy keskihinnan korotuksella ja liikennepalveluissa pelkän dieselin hinnan korotuksella.

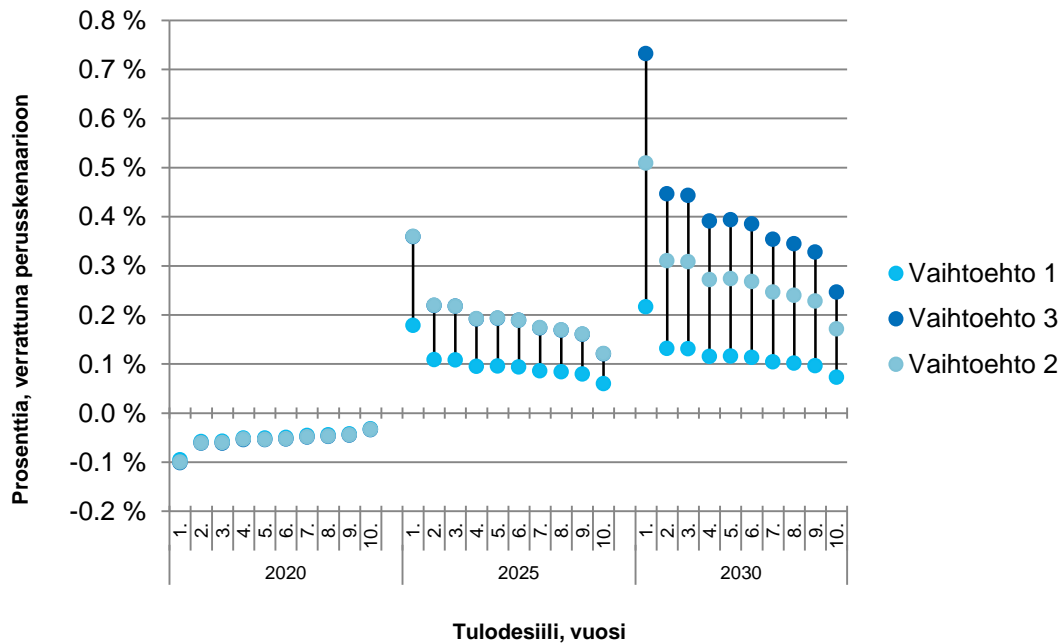
Vaikutusarviot tulokymmenykselle 1 eivät ole tarkkoja tai luotettavia, koska niiden takana oleva havaintomäärä on erittäin vähäinen (katso viimeinen taulukko).

Tavoitepolku – autoilevat kotitaloudet

Kuva 52 Muutos autoilijoiden menoissa polttoaineiden hinnan nousun takia maaseutu-kaupunki -luokituksella (prosenttiyksikköä)

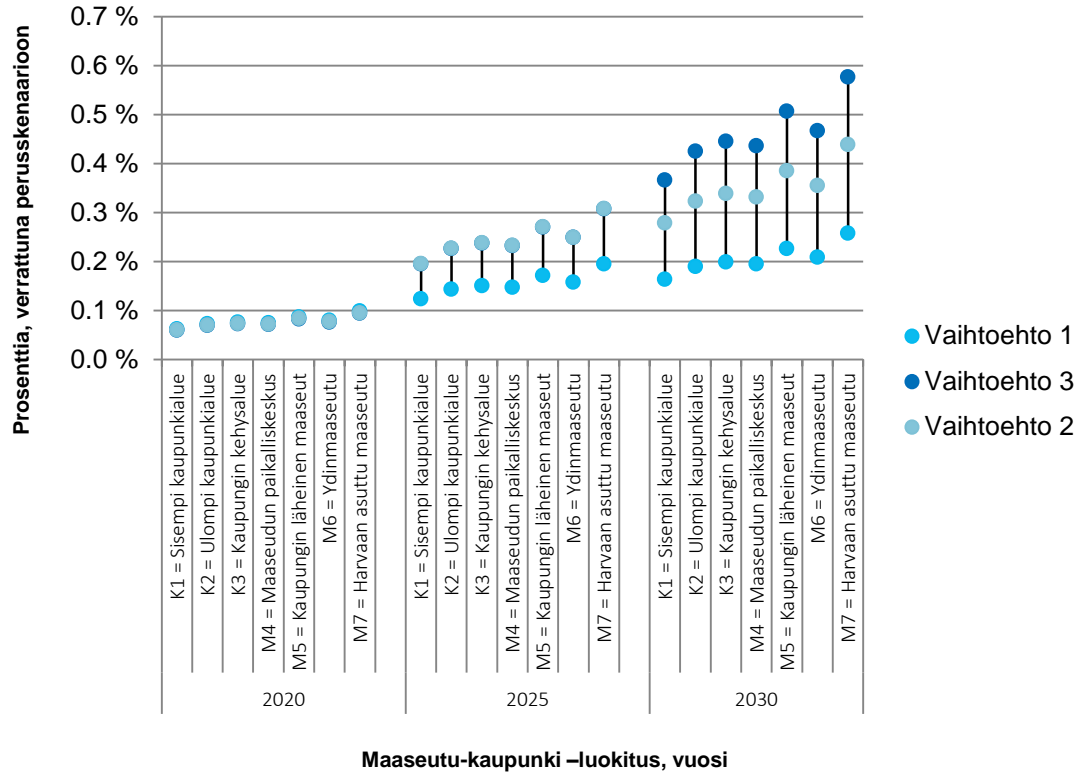


Kuva 53 Muutos autoilijoiden menoissa polttoaineiden hinnan nousun takia 10 %:n tulodesiililuokituksella (prosenttiyksikköä)



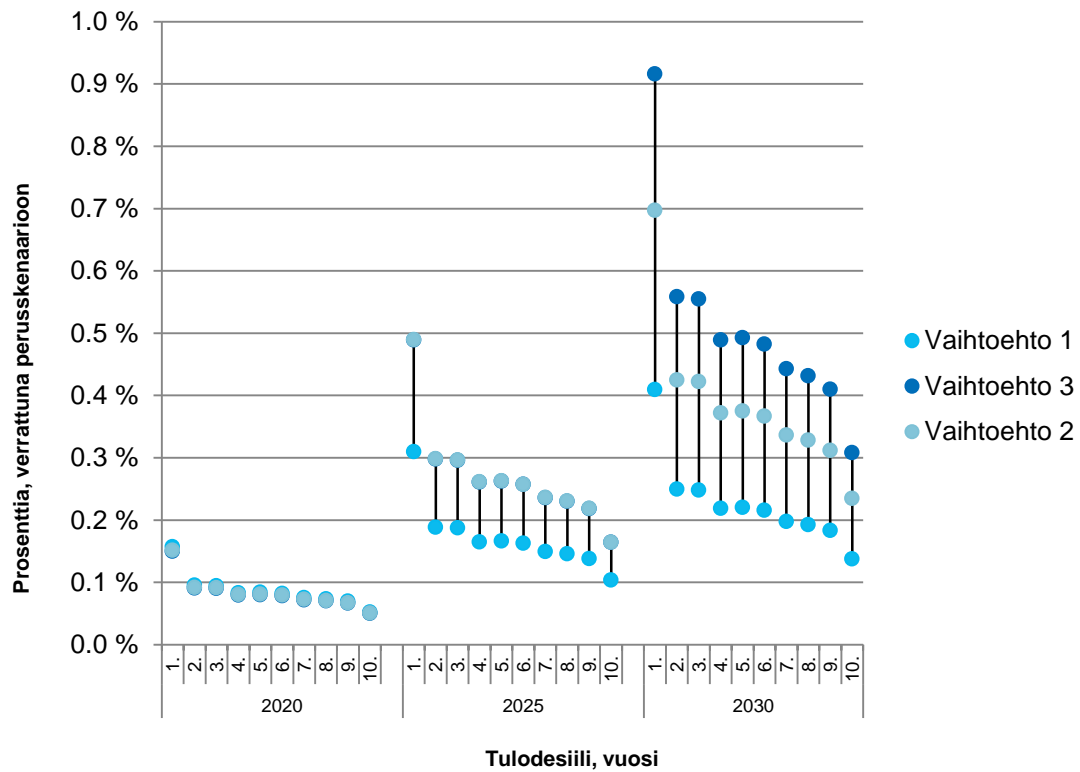
Peruspolku – autoilevat kotitaloudet

Kuva 54 Muutos autoilijoiden menoissa polttoaineiden hinnan nousun takia maaseutu-kaupunki -luokituksella (prosenttiyksikköä)



Kuviossa 5 on muutos autoilevien kotitalouksien kustannuksissa polttoaineiden hinnan nousun takia maaseutu-kaupunki -luokituksella.

Kuva 55 Muutos autoilijoiden menoissa polttoaineiden hinnan nousun takia 10 %:n tulodesiililuokituksella (prosenttiyksikköä)



Taulukko 26 Autoilevien kotitalouksien määrät ja osuudet maaseutu-kaupunki-luokituksen mukaisesti

MAASEUTU-KAUPUNKI -LUOKITUS	N	osuus
K1 = Sisempi kaupunkialue	481	23 %
K2 = Ulompi kaupunkialue	553	27 %
K3 = Kaupungin kehysalue	238	11 %
M4 = Maaseudun paikalliskeskus	146	7 %
M5 = Kaupungin läheinen maaseutu	160	8 %
M6 = Ydinmaaseutu	342	16 %
M7 = Harvaanasuttu maaseutu	164	8 %
Total	2084	100%

Taulukko 27 Autoilevien kotitalouksien määrät ja osuudet 10 % tulodesiileillä

TULODESIILI	N	osuus
1. alin 10 %	37	2 %
2.	59	3 %
3.	84	4 %
4.	132	6 %
5.	180	9 %
6.	249	12 %
7.	291	14 %
8.	316	15 %
9.	357	17 %
10. ylin 10 %	380	18 %
Total	2085	100%

VALTIONEUVOSTON
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA

tietokayttoon.fi

ISSN 2342-6799 (pdf)
ISBN 978-952-287-614-0 (pdf)

